



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEBIDO A
LAS EMISIONES VEHICULARES EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE
CHIMBOTE**

Tesis para optar el Título de: INGENIERO MECÁNICO

Presentado por los bachilleres:

CHÚ ACEVEDO, César Antonio
SILVA RODRIGUEZ, Jhonny Jasson

Asesor: Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz.

Nuevo Chimbote – mayo 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente Informe de Tesis titulado “**Determinación de los niveles de contaminación debido a las emisiones vehiculares en las principales avenidas de Chimbote**” elaborado por el (los) bachiller (es) **Silva Rodriguez Jhonny Jasson y Chú Acevedo César Antonio** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Cuenta con el asesoramiento de quien deja constancia avalando el avance del mismo en un porcentaje de 100%. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

 Facultad de Ingeniería

Dr. Serapio Quillos Ruiz
Asesor




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA


HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADO EVALUADOR

El presente informe de tesis titulado: “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEBIDO A LA EMISIONES VEHICULARES EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE CHIMBOTE**”, elaborado por los bachilleres: **CHU ACEVEDO César Antonio** y **SILVA RODRIGUEZ, Jhonny Jasson** para optar el título profesional de Ingeniería Mecánica.

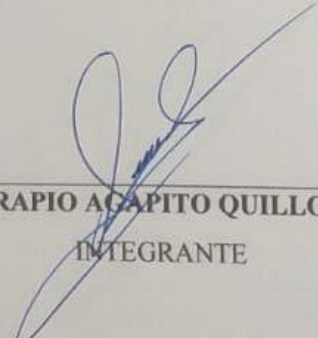
Fue revisado y aprobado por el siguiente jurado evaluador.



Ing. RUSBEL ALBERTO RISCO OJEDA
PRESIDENTE



MS. NELVER JAVIER ESCALANTE ESPINOZA
SECRETARIO



DR. SERAPIO ACAPITO QUILLOS RUIZ
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 15:00 horas del veinticuatro de agosto del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes:

M.Sc. Rusber Alberto Risco Ojeda - Presidente

Ms. Nelver Javier Escalante Espinoza - Secretario

Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz - Integrante

En cumplimiento a las Resoluciones N° 237-2021-UNS-CFI y Resolución de Expedito N° 450-2021-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/86339952244?pwd=eHIET1k4V1RDdlMVEg0SIJdWZZUT09>.

En cumplimiento a la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada:

“DETERMINACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEBIDO A LAS EMISIONES VEHICULARES EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE CHIMBOTE”,

Bachiller: CHU ACEVEDO CESAR ANTONIO, código 0201016025.

Asesor: Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ.

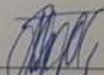
El Jurado Evaluador, después de deliberar los actos de la sustentación virtual, según los instrumentos de evaluación emitidos por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica y en concordancia con el Reglamento General de grados títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


APROBAR LA SUSTENTACIÓN CON LA NOTA DE:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|---------------------------|--------------------|-------------|
| CHU ACEVEDO CESAR ANTONIO | 16 | BUENO |

Siendo las 16:00 horas del mismo día, se dio por terminado el Acta de Sustentación, firmando las en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 de agosto del 2021.


M.Sc. Rusber Alberto Risco Ojeda
Presidente


Ms. Nelver Javier Escalante Espinoza
Secretario


Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 15:00 horas del veinticuatro de agosto del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes:

M.Sc. Rusber Alberto Risco Ojeda - Presidente

Ms. Nelver Javier Escalante Espinoza - Secretario

Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz - Integrante

En cumplimiento a las Resoluciones N° 237-2021-UNS-CFI y Resolución de Expedito N° 450-2021-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM <https://uns-edu-pe.zoom.us/j/86339952244?pwd=eHIET1k4V1RDdldMVEg0SIJDDWZZUT09>.

En cumplimiento a la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada:

“DETERMINACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEBIDO A LAS EMISIONES VEHICULARES EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE CHIMBOTE”,

Bachiller: SILVA RODRIGUEZ JHONNY JASSON, código 0201216036.

Asesor: Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ.


El Jurado Evaluador, después de deliberar los actos de la sustentación virtual, según los instrumentos de evaluación emitidos por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica y en concordancia con el Reglamento General de grados títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


APROBAR LA SUSTENTACIÓN CON LA NOTA DE:

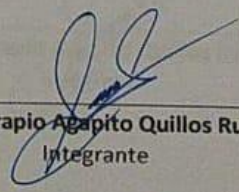
| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|-------------------------------|--------------------|-------------|
| SILVA RODRIGUEZ JHONNY JASSON | 17 | MUY BUENO |

Siendo las 16:00 horas del mismo día, se dio por terminado el Acta de Sustentación, firmando las en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 24 de agosto del 2021.


M.Sc. Rusber Alberto Risco Ojeda
Presidente


Ms. Nelver Javier Escalante Espinoza
Secretario


Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz
Integrante

DEDICATORIA

Este informe de trabajo de investigación se la dedico en primer lugar a Dios, a mis padres, por el apoyo, motivación y sustento económico incondicional en el transcurso de mi carrera de Ingeniería mecánica, a mi hermana por su apoyo en la parte estructural de este trabajo, a mi esposa por apoyarme con ideas en la realización del informe de trabajo de investigación, a mi abuelita y a mi tío por motivarme a ser mejor cada día.

Jhonny Jasson Silva Rodríguez

Dedico este trabajo a mis queridos padres por el apoyo constante, incondicional y desinteresado; A Dios que es mi guía y la luz de mí existir al estar a mi lado iluminándome a cada momento, y a todas las personas que siempre de alguna u otra manera me dan fuerza para seguir adelante y participan en el desarrollo de mis objetivos trazados.

César Antonio Chú Acevedo

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios en primera instancia porque él nos guía en el camino de la vida que tiene altos y bajos, también le agradezco a mis padres por estar allí presente en todo tiempo, a mi hermana y a mi esposa por estar presionando a que culmine la tesis, a mi abuelita por apoyarme y a mi tío por siempre apoyar motivacionalmente, gracias a mi asesor por su apoyo y a mis familiares que los quiero mucho.

Jhonny Jasson Silva Rodríguez

A mis padres que siempre confiaron en mí, y que me apoyaron en los momentos difíciles y por ser la razón de mí existir. A mi pastora Vicky Delgado y Líder Carito Lucar, por sus consejos y apoyo incondicional en el desarrollo de mi crecimiento espiritual. A mi hermana Shaony Chú Acevedo, por su apoyo en todo este proceso.

César Antonio Chú Acevedo

RESUMEN

La contaminación del aire es el resultado de diversas actividades realizadas por el hombre, una de ellas es el uso de vehículos de transporte público y privado. Este trabajo de investigación busca determinar las emisiones vehiculares de GEI (Gases de Efecto Invernadero), en una muestra de vehículos a gasolina y diésel, en dos de las principales avenidas de la ciudad de Chimbote (Av. José Pardo y Av. Enrique Meiggs).

Estas mediciones están establecidas a una distancia cada 0,25 km; las cuales están divididas por tramos y puntos, utilizando un analizador de gases de combustión (Modelo E1500.), para poder determinar las concentraciones en %Vol, y en ppm, de CO (Monóxido de carbono) y CO₂ (Dióxido de carbono) que contiene, obtuvimos como resultado, que el nivel del (CO₂) en % de volumen fueron de 5,25 % a 11,36% en los 10 tramos de monitoreo con un promedio en los 10 tramos de 8,47 %. El CO van de 216,50 ppm (0,0216%) a 370,05 ppm como valor máximo (0,037%) con un promedio de los 10 tramos de monitoreo de CO de 305 ppm (0,035%) y el promedio del CO₂ con el CO es de 7,9928%.

Palabras clave: Emisiones de gases vehiculares, gases de efecto invernadero, analizador de gases y concentraciones de CO y CO₂.

ABSTRACT

Air pollution is the result of various activities carried out by man, one of them is the use of public and private transport vehicles. This research work seeks to determine the vehicular GHG emissions (Greenhouse gases), in a sample of gasoline and diesel vehicles, in two of the main avenues of the city of Chimbote (Av. José Pardo and Enrique Meiggs).

These measurements are established at a distance every 0,25 km; which are divided by sections and Points, using a combustion gas analyzer (Model E1500), to be able to determine the concentrations in % Vol, and in ppm, of CO (Carbon Monoxide) and CO₂ (Groat Dioxide) that contains, we obtained as a result that the level of (CO₂) in volume% ranged from 5,25% to 11,36% in the monitoring sections with an average of 8,47% in the 10 sections. The CO ranges from 216,50ppm (0,0216%) to 370,05 ppm as a maximum value (0,037%) with an average of the 10 CO monitoring sections of 305 ppm (0,035%) and the average of CO₂with CO is 7,9928%.

Keywords: Vehicle gas emissions, greenhouse gases, gas analyzer, CO and CO₂ concentrations.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | viii |
| ÍNDICE..... | ix |
| CAPÍTULO I | 19 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 19 |
| 1.1 Antecedentes | 19 |
| 1.2 Formulación del problema | 22 |
| 1.3 Objetivos | 22 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 22 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 22 |
| 1.4 Formulación de la hipótesis | 22 |
| 1.5 Justificación | 23 |
| 1.5.1 Justificación desde la perspectiva de eficiencia de combustión | 23 |
| 1.5.2 Justificación medioambiental | 23 |
| 1.5.3 Justificación de la operación económica de la unidad automotriz | 23 |
| 1.5.4 Justificación Social | 24 |
| 1.6 Limitación del trabajo | 24 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 25 |
| 2.1 Motor de Combustión Interna (MCI):..... | 25 |
| 2.2 Motor de ciclo Otto..... | 26 |
| 2.3 Motor de ciclo Diesel..... | 28 |
| 2.4 Motor a gas | 29 |
| 2.5 Funcionamiento de un MCI | 30 |
| 2.6 Estequiometria de la combustión | 32 |
| 2.6.1 Exceso de aire..... | 32 |
| 2.6.2 Relación aire –combustible | 33 |
| 2.7 Procesos de Emisión de Vehículos Automotores | 33 |
| 2.7.1 Emisiones Evaporativas..... | 33 |
| 2.8 Clasificación de las fuentes móviles:..... | 35 |
| 2.9 Tipos de Contaminantes:..... | 36 |
| 2.9.1 Contaminantes Emitidos por Fuentes Móviles..... | 36 |
| 2.9.2 Contaminantes producidos por el tipo de Combustible..... | 38 |
| 2.9.3 Contaminantes producidos por el diesel..... | 42 |
| 2.10 Factores de emisión..... | 44 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3. | MÉTODOS Y MATERIALES..... | 45 |
| 3.1 | Lugar de estudio..... | 45 |
| 3.2 | Población y Muestra | 45 |
| 3.2.1 | Población | 45 |
| 3.2.2 | Muestra | 45 |
| 3.3 | Método de CORINAIR:..... | 46 |
| 3.4 | Procedimiento para el Cálculo de emisiones vehiculares | 47 |
| 3.5 | Metodología de prueba y análisis de resultados con el analizador de gases de combustión | 50 |
| 3.6 | Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial decreto supremo N.º 047-2001-MTC..... | 50 |
| 3.7. | Planeamiento de la flota vehicular | 51 |
| 3.7.1. | Determinación del Escenario Físico..... | 51 |
| 3.7.2. | Distribución de la Flota Vehicular y determinación de Horas Puntas..... | 51 |
| 3.7.3. | Aforo de Volúmenes Vehículos Mixtos | 53 |
| 3.7.4. | Foro de Volúmenes intersección N° 01 | 53 |
| 3.7.5. | Aforo de Volúmenes intersección N° 02..... | 54 |
| 3.7.6. | Aforo de Volúmenes intersección N° 03..... | 54 |
| 3.7.7. | Aforo de Volúmenes intersección N° 04..... | 55 |
| 3.7.8. | Volumen o Intensidad de Tránsito (Q) | 55 |
| 3.7.9. | Factor de hora punta | 56 |
| 3.8. | Conteo Poblacional Vehicular | 58 |
| 3.8.1. | Conteo de población vehicular en la Av. José Pardo. | 58 |
| 3.8.2. | Conteo de población vehicular en la Av. Enrique Meiggs..... | 60 |
| 3.8.3. | Resumen de conteo de población vehicular en las Av. Enrique Meiggs y Av. José Pardo..... | 62 |
| 3.8.4. | Gráficos para resumen de conteo de población vehicular en las Av. José Pardo y Av. Enrique Meiggs..... | 64 |
| 3.8.5. | Balance de Flujo Vehicular: | 65 |
| 3.9. | Determinación de parámetros para medición de gases de combustión vehicular | 66 |
| 3.9.1. | Longitud de vías y velocidades promedio | 66 |
| 4. | Resultados y Discusiones | 67 |
| 4.1 | Resultados de mediciones con analizador de gases E1500..... | 67 |
| 4.2 | Cuadro Resumen..... | 93 |
| 4.3 | Valores Promedios Máximos y Mínimo | 95 |

| | |
|---|-----|
| 4.4 Comparación de % Vol. De (CO, CO ₂ Y CO+CO ₂), Según Analizador de gases y los LMP según el MTC..... | 96 |
| 4.5 Resultados:..... | 97 |
| 4.6 Determinación de emisión vehicular por el método CORINAIR..... | 98 |
| 4.6.1 Determinación del Factor de Emisión | 100 |
| 4.6.2 Determinación del Horario: | 100 |
| 4.6.3 Resultados de Mediciones de CO en 4 Puntos con el Método CORINAIR..... | 101 |
| 4.7 Discusión..... | 106 |
| CAPÍTULO V..... | 108 |
| 5 Conclusiones y Recomendaciones | 108 |
| 5.1. Conclusiones | 108 |
| 5.2. Recomendaciones: | 109 |
| 6. Referencias bibliográficas y virtuales | 110 |
| 7. Anexos..... | 110 |

GLOSARIO

| | |
|--------------------------|--|
| CORINAIR | : Inventario de las principales emisiones a la atmósfera. |
| CO | : Monóxido de carbono. |
| CO₂ | : Dióxido de carbono. |
| H₂O | : Agua. |
| NO_x | : Óxido de nitrógeno. |
| SO₂ | : Óxido de azufre. |
| HC | : Hidrocarburos. |
| MP | : Material Particulado. |
| HCNM | : Hidrocarburos no Metálicos. |
| THC | : Gastos por manipulación en la terminal. |
| INEN | : Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices. |
| RTV | : Revisión técnica vehicular. |
| DIGESA | : Dirección regional de salud. |
| LMP | : Límite máximo permitido. |
| IVE | : Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares. |
| PM₁₀ | : Pequeñas partículas sólidas cuyo tamaño es menor a 10µm. |
| HCT | : Hidrocarburos totales. |
| VOC | : Compuestos Orgánicos Volátiles. |
| m_(a/c) | : Relación aire – combustible. |
| COV | : Compuestos Orgánicos Volátiles. |
| GEV | : Gases de Efecto Invernadero. |
| PPM | : Partículas por millón. |
| Ralentí | : Régimen de revoluciones del motor sin carga, sin presionar el acelerador y el vehículo detenido, cuya especificación es establecida por el fabricante. |
| Opacímetro | : Dispositivo para medir el grado de opacidad de los gases o humos del escape de un vehículo propulsado por un motor diésel. |
| IDI | : Inyección indirecta, definido como la inyección del carburante indirectamente a la cámara de combustión del motor (cámara de pre-combustión). |

| | |
|-----------------------------------|--|
| 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). |
| TIER (0, 1, 2): | Conjunto de normas que definen las emisiones y protocolos de pruebas para vehículos automotores. Utilizadas en USA y otros países. |
| Aceleración Libre: | Aumento rápido de las revoluciones del motor (en vacío y posición del cambio en neutro) de la condición de ralentí hasta el máximo abastecimiento de la bomba de inyección. |
| K: | Es el coeficiente de absorción de una columna diferencial de gas en escape a la presión atmosférica y a una temperatura de 70° C, o la medida para cuantificar la capacidad de emisiones de escape para interferir la transmisión de la luz, expresada en unidades de metros a la menos uno (m-1). |
| Contaminantes Ambientales: | 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. |
| DI: | Inyección directa, definido como la inyección del carburante directamente en la cámara de combustión del motor. |
| Emisiones de Escape: | Emisiones de Hidrocarburos (HC), Monóxido de Carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NO _x), así como otros compuestos, partículas y materias específicas liberadas a la atmósfera a través del escape de los motores de combustión interna. |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Máquina Térmica.
- Figura 2.** Motor a Gasolina
- Figura 3.** Funcionamiento de Motor Gasolinero.
- Figura 4.** Motor Diesel.
- Figura 5.** Funcionamiento de Motor Diesel.
- Figura 6.** Motor de 4 tiempos
- Figura 7.** Diagrama indicador de un motor de 4 tiempos
- Figura 8.** Procesos de emisión en vehículos automotores.
- Figura 9.** Esquemas de principio de los métodos de suministro de gas natural (GN) y gas licuado de petróleo (GLP).
- Figura 10.** Mapa de la Ciudad de Chimbote.
- Figura 11.** Flujograma para el cálculo de Emisiones Vehiculares
- Figura 12.** Determinación del escenario físico entre las Av. José Pardo y Av. Enrique Meiggs.
- Figura 13.** Ubicación geográfica del Punto de recorrido 4. (Tramos H, I, J).
- Figura 14.** Ubicación geográfica del Punto de recorrido 3. (Tramos E, F, G).
- Figura 15.** Ubicación geográfica del Punto de recorrido 2. (Tramo C, D).
- Figura 16.** Ubicación geográfica del Punto de recorrido 1. (Tramo A, B).
- Figura 17.** Partes del Analizador de Gases E1500.
- Figura 18.** Placa del Analizador de Gases E1500.
- Figura 19.** Datos generales del Analizador de gases E1500.
- Figura 20.** Diagrama de conexión de un Analizador de Gases E1500.
- Figura 21.** Comandos de mando de Analizador de Gases E1500
- Figura 22.** Función de tecla conceptual en Analizador de Gases E1500.
- Figura 23.** Función de tecla conceptual en Analizador de Gases E1500.
- Figura 24.** Configuración – Análisis – Combustible en Analizador de Gases E1500.
- Figura 25.** Muestra de vehículos automovilísticos de la línea A – en la Av. José Pardo.
- Figura 26.** Evidencia de toma de mediciones con el Analizador de gases de Combustión E1500.
- Figura 27.** Muestra de vehículos automovilísticos de la línea A – en la Av. José Pardo.

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

- Gráfico 1.** Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 01.
- Gráfico 2.** Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 02.
- Gráfico 3:** Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 03
- Gráfico 4:** Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 04.
- Gráfico 5.** Cuadro resumen de Conteo de población vehicular en la Av. Enrique Meiggs.
- Gráfico 6.** Cuadro resumen de Conteo de población vehicular en la Av. José Pardo.
- Gráfico 7.** Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 1.
- Gráfico 8.** Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 2.
- Gráfico 9.** Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 3.
- Gráfico 10.** Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 4.
- Gráfico 11.** Emisiones promedio de Monóxido de carbono en ppm, según tipo de combustible, y las principales avenidas.
- Gráfico 12.** Emisiones promedio de Dióxido de carbono en %Vol., según tipo de combustible, y las principales avenidas.
- Gráfico 13.** Emisiones promedio de Dióxido de Carbono en $\text{CO}_2 + \text{CO}$ % Vol, según tipo de combustible, y las principales avenidas
- Gráfico 14.** Cuadro resumen de promedios de emisiones de CO_2 por tramos.
- Gráfico 15.** Cuadro resumen de promedios de emisiones de CO por tramos.
- Gráfico 16.** Cuadro resumen de promedios de emisiones de $\text{CO} + \text{CO}_2$ por tramos.
- Gráfico 17.** Valores Máximos y mínimos de CO y $\text{CO}_2 + \text{CO}$.
- Gráfico 18.** Resultados comparativos de las emisiones de gases de combustible.
- Gráfico 19.** Diagramas de promedios de CO, CO_2 , según 04 Puntos basados en el Método CORINAIR
- Gráfico 20.** Resumen de Emisiones de **CO (ppm)** según el tipo de Combustible que usa el vehículo en las dos principales Avenidas de Chimbote.
- Gráfico 21.** Resumen de Emisiones de **CO (%Vol.)** según el tipo de Combustible que usa el vehículo en las dos principales Avenidas de Chimbote.

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Comparación de motores: gasolina de 2 tiempos, gasolina de 4 tiempos y diésel de 4 tiempos
- Tabla 2.** Categoría de Fuentes Móviles.
- Tabla 3.** Clasificación de contaminantes según distintos criterios.
- Tabla 4.** Propiedades del gas licuado de petróleo (GLP), y el petróleo Diesel
- Tabla 5.** Intersección 1: Av. Huánuco con Av. Panamericana Norte.
- Tabla 6.** Intersección 2: Av. Santa Rosa con Av. José Pardo.
- Tabla 7.** Intersección 3: Jr. Salaverry con Av. Panamericana Norte.
- Tabla 8.** Intersección 4: Jr. Ancash con Av. José Pardo.
- Tabla 9 al 18.** Conteo Vehicular en Av. José Pardo.
- Tabla 19 al 28** – Conteo de población Vehicular en la Av. Enrique Meiggs.
- Tabla 29.** Resumen de Conteo de Población. Vehicular en la Av. Enrique Meiggs.
- Tabla 30.** Resumen de conteo de población. Vehicular en la Av. José Pardo
- Tabla 31.** Cálculo del Tamaño de Muestra.
- Tabla 32:** Distribución de Longitud de vías y velocidades promedio.
- Tabla 33.** Resultado de mediciones Tramo A (de 0 a 0,25 km.)
- Tabla 34.** Resultado de mediciones Tramo B (de 0,25 a 0,5 km.)
- Tabla 35.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos A y B.
- Tabla 36.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos A, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 37.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos B, por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 38.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos A y B, por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 39.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Punto 1 (Tramo A y B), por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 40.** Resultados de Mediciones de Tramo C (de 0,5 a 0,75 Km).
- Tabla 41.** Resultados de Mediciones de Tramo D (de 0,75 a 1,0 Km)
- Tabla 42.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Tramos C y D
- Tabla 43.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos C, por avenidas, y tipo de combustible.

- Tabla 44.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos D, por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 45.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos C y D, por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 46.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Punto 2 (Tramo C y D), por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 47.** Resultados de Mediciones de Tramo E (de 1,0 a 1,25 Km)
- Tabla 48.** Resultados de Mediciones de Tramo F (de 1,25 a 1,5 Km)
- Tabla 49.** Resultados de Mediciones de Tramo G (de 1,5 a 1,75 Km)
- Tabla 50.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Tramos E, F y G.
- Tabla 51.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos E, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 52.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos F, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 53.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos G, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 54.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos E, F, G, por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 55.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Punto 3 (Tramo E, F, G), por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 56.** Resultados de Mediciones de Tramo H (de 1,75 a 2,0 Km).
- Tabla 57.** Resultados de Mediciones de Tramo I (de 2,0 a 2,25 Km)
- Tabla 58.** Resultados de Mediciones de Tramo J (de 2,25 a 2,50 Km)
- Tabla 59.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Tramos H, I, J.
- Tabla 60.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos H, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 61.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos I, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 62.** Resumen de emisiones contaminantes por tramos J, por avenidas, y tipo de combustible.
- Tabla 63.** Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos H, I, J, por avenidas, y tipo de combustible
- Tabla 64.** Resumen Final de promedios de emisiones de gases contaminantes en las dos principales avenidas, según el tipo de combustible.

Tabla 65. Resumen Final de promedios de emisiones de gases contaminantes en las dos principales avenidas por tramos, según Kilometrajes.

Tabla 66. Resumen de datos mínimos y máximos de los principales combustibles.

Tabla 67. Valores de LMP, según el reglamento 047-2001-MMTC

Tabla 68. Resultados comparativos con valores de LMP, según el analizador de gases y el reglamento 047-2001-MMTC

Tabla 69. Datos de recorrido por la Av. José Pardo, Punto 4(Tramos H, I, J).

Tabla 70. Datos de recorrido por la Av. Enrique Meiggs, Punto 3 (Tramos E, F, G).

Tabla 71. Datos de recorrido por la Av. José Pardo, Punto 2 (Tramos C, D).

Tabla 72. Datos de recorrido por la Av. Enrique Meiggs, Punto 1 (Tramos A, B).

Tabla 73. Resumen de promedios de CO, CO₂, según 04 Puntos basados en el Método CORINAIR.

Tabla 74. Resumen de Promedios de CO y CO₂ según el Tipo de Combustible en las dos principales Avenidas.

Tabla 75. Especificaciones Técnicas del Analizador de Gases E1500.

Tabla 76. Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural (livianos, medianos y pesados)

Tabla 77. Vehículos mayores a Diesel (livianos, medianos y pesados)

Tabla 78. Vehículos menores con motores de dos tiempos que usan mezcla de gasolina - aceite como combustible.

Tabla 79. Vehículos menores con motores de cuatro tiempos que usan gasolina como combustible

Tabla 80. Vehículos menores con motores de cuatro tiempos que usan diésel como combustible

Tabla 81. Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural (livianos, medianos y pesados) – Primer Ajuste.

Tabla 82. Vehículos mayores a Diesel (livianos, medianos y pesados)

Tabla 83. Medición de gases para vehículos de encendido por chispa que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente la población mundial supera los 9000 millones de habitantes y está generando problemas en la alimentación, vivienda, salud, educación, si a esto sumamos la degradación del planeta debido a los residuos sólidos urbanos, donde cada persona genera 0,5 kg/Hab-Día en promedio y las emisiones emitidas por la combustión de combustibles fósiles, nos presenta un panorama desolador y contribuye a la afectación del medio ambiente, a pesar de mejorar la esperanza de vida, reducción de la mortalidad infantil (Solís y López, 2003).

Por consiguiente, Los científicos, los gobiernos y las organizaciones de todo el mundo han reconocido conjuntamente la necesidad de adoptar medidas sobre el cambio climático. Así mismo el plan es conseguir una flota más sostenible gracias a la telemática, incluyendo los vehículos eléctricos y el análisis de su huella de carbono. La sostenibilidad de la flota hace referencia a las actividades centradas en la reducción del impacto ambiental de los vehículos de las flotas, incluidas estrategias como: Seguimiento por GPS, Conducción con consumo de combustible eficiente, Reducción del ralentí y las emisiones de carbono, Implementación de vehículos híbridos/eléctricos y tamaño correcto, Uso de combustibles alternativos, Uso compartido de coches, Consideración de modos de transporte alternativos en conjunto. (Tucker, 2019)

Así mismo el calentamiento global es un hecho científico comprobado, donde los Gases de Efecto Invernadero (GEI), son los responsables de la situación. El cambio climático produce una modificación total y alteración de la temperatura en la tierra, tanto en la atmósfera como en el suelo y océanos, produciendo destrucción y cambio en las condiciones de vida de la población (Solís, 2003).

Consecuentemente la población usa los vehículos operados con combustible diesel que emiten mayor nivel de CO, CO₂, NO_x, y Material Particulados (MP) que los vehículos operados a gasolina, además llegamos a resaltar que los vehículos pesados aportan la mayor carga de contaminante al país. Se concluye que un 97,23% de los certificados de prueba dinámica analizados se encuentran cumpliendo con los límites de emisión establecidos para prueba dinámica en la normatividad vigente dentro del territorio nacional de Colombia. (Castro y Escobar, 2006).

Los peligros ambientales son altos debido a la deforestación, contaminación de la agricultura por los relaves mineros, deterioro del suelo, el agotamiento del ozono, el efecto invernadero dado por los GEI (Nahui, Quillos y Escalante, 2018).

A continuación, el transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de GEI provenientes de la combustión de los motores, que provoca un doble efecto dañino, pues mientras algunos de los componentes gaseosos afectan la salud humana CO, Óxido de Nitrógeno (NO_x), Hidrocarburos (HC), otros conllevan al incremento de los gases de efecto invernadero: (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O), incidentes en el cambio climático que afecta a la Tierra (Amarales, 2010).

A decir verdad, la estimación de las emisiones en base al Método del CORINAIR (CORE INventory of AIR emissions - Inventario de las principales emisiones a la atmósfera). distribuye a los vehículos en las siguientes categorías: vehículos de pasajeros, vehículos de carga liviana, vehículos de carga pesada, buses urbanos. En cuanto al análisis de los contaminantes emitidos por los vehículos establecidos según la metodología del CORINAIR; estas emisiones son medidas mediante puntos de referencia y estos datos obtenidos dan a conocer las zonas de mayor contaminación por tanto muestran el área más afectada por el tránsito vehicular, siguiendo en importancia el punto. (Delgado et al.2012).

Por otro lado, para poder conocer a profundidad el proceso de combustión incompleto que se lleva a cabo en todos los automotores, provocando compuestos dañinos, que son calificados y cuantificados, mediante los diferentes analizadores

de gases, que se encuentran en puntos estratégicos en cantón, Ecuador. El estudio desarrollado en esta tesis demostró que la normativa que regula el proceso de inspección vehicular está apegada a lo que dicta la norma INEN 2349, en la cual se determinó que la contaminación ambiental representa el 27% del total de defectos durante la RTV (Revisión técnica vehicular). La tasa de crecimiento poblacional es del 2,11% anual frente a la de vehículos que resulta en un 7% en el mismo periodo. (Vintimilla, 2015)

Mientras tanto un objetivo es determinar el nivel (% vol.) de contaminación de gases emitidos CO_2 , CO, las emisiones de combustión del parque automotor a través del equipo analizador de gases E-5500 cuyos resultados estimados del nivel de CO_2 en % de volumen fueron de 1,10 % a 18,70% en los 16 puntos de monitoreo con un promedio de los 16 puntos de 11,99 %, el CO van de 100 ppm (0,01 %) a 1088 ppm (0,1088%) con un promedio de los 16 puntos de monitoreo de 470,05 ppm (0,047%) y el promedio del $\text{CO}_2 + \text{CO}$ es de 12,03%. Las emisiones de gases de la ciudad de Puno mostraron un comportamiento por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el Perú y en comparación con otros países como Colombia, México, etc. (Yucra, 2017).

Finalmente se estudió las emisiones de buses con motores diésel en Lima y Callao de los contaminantes de CO_2 , Partículas metálicas, cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μm (PM10), CO, Hidrocarburos Totales (HCT) y NO_x . Se usó la metodología Copert”, Los resultados fueron; 220,358 tm/año, 2,034 tm/año, 377 tm/año, 643 tm/año y 7,250 tm/año.

La metodología consistió en obtener una base de datos que representa la flota actual de transporte público de Lima y Callao, luego se obtuvieron factores de emisión para estimar los niveles de cada uno de los contaminantes, los cuales fueron seleccionados para cada tipo de vehículo por año de fabricación, por clase y después se aplicó a cada tipo de emisión los factores de corrección que correspondan (Nava, 2014).

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera las emisiones de gases de efecto invernadero afectará al medio ambiente que son producidas por los vehículos motorizados que recorren las Av. Enrique Meiggs y Av. José Pardo en la ciudad de Chimbote?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar las emisiones del GEI que afectan al medio ambiente que son producidas por los vehículos motorizados que recorren las Av. Enrique Meiggs y Av. José Pardo en la Ciudad de Chimbote.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar las unidades a ser evaluadas clasificándolos por categorías.
- b) Realizar las mediciones del GEI generados por los vehículos, donde se tengan en cuenta, el tramo y el promedio total emitido de las emisiones del GEI.
- c) Comparar el promedio de emisiones de CO₂ de los vehículos que transitan por las Av. Enrique Meiggs y Av. José Pardo con los Límites máximos permisibles de emisiones (LMPs) contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial Decreto Supremo N° 047 – 2001 – MTC.

1.4 Formulación de la hipótesis

A través de mediciones con analizador de gases vehicular, se determinará los niveles de contaminación por emisiones CO₂ en las principales avenidas de Chimbote.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación desde la perspectiva de eficiencia de combustión

Está relacionado a la calidad con que se da la combustión, y este a su vez dependerá de las condiciones termodinámicas de la mezcla, a partir de las concentraciones que se midan a través del analizado de gases vehiculares, se podrá determinar si la combustión es eficiente.

A partir de ello se plantearon mejoras técnicas y para optimizar los procesos y reducir las emisiones y sus efectos medioambientales.

1.5.2 Justificación medioambiental

Los porcentajes de emisiones de gases en la actualidad son una preocupación en nuestra ciudad para nuestros gobernantes y ciudadanos, para lo cual las mediciones hechas en este trabajo de investigación ayudaron a tener una idea más clara del nivel de contaminación en la que nuestra ciudad se encuentra y a través de este diagnóstico, servirá para establecer medidas de controles y así mitigar los niveles de contaminantes, en nuestra ciudad de Chimbote.

1.5.3 Justificación de la operación económica de la unidad automotriz

Las grandes ciudades se caracterizan por tener un gran parque vehicular, el cual aporta en gran medida a la contaminación atmosférica que se presenta en la actualidad. A esta situación no escapa nuestra ciudad de Chimbote. El proceso de combustión y sus niveles de contaminación están relacionados con la operación económica de las unidades automotrices en estudio, ya que una combustión incompleta significa combustible que no se ha oxidado correctamente generando pérdidas económicas; es por ello que se justifica conocer los niveles de contaminación y establecer un plan de mejora a fin de reducir a niveles adecuados, las concentraciones en la emisión de gases y evitar pérdidas económicas en los vehículos.

1.5.4 Justificación Social

Como ciudadanos, tenemos una preocupación grande por el impacto medioambiental que está causando los porcentajes de emisiones de gases como CO₂, CO, PM10, NO_x, etc.

Y como estos pueden afectar la salud de los Chimbotanos, por cual tenemos la intención de poder hacer una toma de mediciones de estas emisiones y poder dar a la población una realidad actualizada de cuan contaminados estamos en nuestra ciudad de Chimbote, y sugiriendo soluciones para poder mitigar estas emisiones en nuestro vehículo.

1.6 Limitación del trabajo

- La ejecución de la presente tesis estuvo limitada por la adquisición de instrumentos de medición como aquellos que nos permitan calcular de manera exacta los datos que necesitamos para hacer nuestra toma de datos de las emisiones de gases, en los vehículos escogidos como muestra.
- Los inconvenientes que pueda ver es el tiempo para realizar las mediciones, por motivos laborales, etc.
- La disposición de los taxistas y conductores de los autos, puede convertirse en una limitación para culminar las mediciones, al disminuir la flota y tránsito vehicular debido al reinicio económico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Motor de Combustión Interna (MCI):

“Es una máquina con un diseño especial en la cual se combinan el aire y el combustible y mediante una chispa de fuego se queman dentro del motor y no en un ambiente u horno separado”. Flores Yucra, (2017) cita a Strauss y Mainwaring.

Según Martínez, Gil (2004) “El motor de combustión interna es el encargado de transformar la energía térmica que le proporciona el combustible en energía mecánica. Estos motores se llaman de combustión interna porque realizan su trabajo en el interior de una cámara cerrada mediante la aportación del calor producido al quemarse el combustible. En este caso la presión de los gases de la combustión y el calor generado en el interior, provocan el movimiento de un mecanismo que se aprovechara como fuente de energía”. (p. 8).

Los motores se utilizan para realizar un trabajo mecánico, su utilización es muy variada y el rango de aplicaciones es muy amplio, se los puede ver accionando bombas de superficie, generadores, vehículos, compresores, etc.

El resultado del ciclo del trabajo del motor, se le conoce como emisión de gases y humos, que son los contaminantes del aire que sale de los tubos de escapes de los vehículos automotor que circulan en una determinada ciudad. "La mayoría de los métodos para lograr fuerza de tracción en un vehículo móvil (con excepción de locomotoras de vapor, carros eléctricos, carros a vapor y vehículos eléctricos) utilizan un motor de combustión interna.

En dicho motor se realiza una mezcla de un vapor combustible que se combina con aire, se comprime dentro de un cilindro con un pistón entonces luego se enciende.

Existen tres tipos de motores automotrices de combustión interna o explosión, comúnmente conocidos como son el de gasolina, diésel y GLP (gas licuado de petróleo), estos son motores térmicos en los que los gases resultantes de un proceso de combustión empujan un émbolo o pistón desplazándolo en el interior de un

cilindro y haciendo girar un cigüeñal, esto es conocido como sistemas de mecanismos pistón-biela-manivela, además existen otros sistemas auxiliares necesarios para el funcionamiento como son los sistemas de lubricación, refrigeración y energía eléctrica para finalmente obtener un movimiento de rotación.

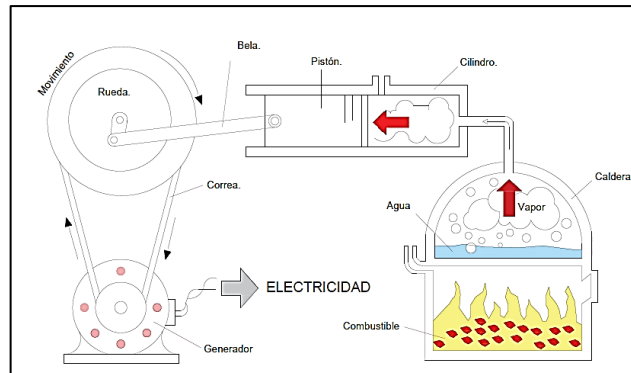


Figura 1. Motor de Combustión Interna.

Fuente: Carcelén, E. (2014). Estudio de las emisiones de buses urbanos con motores diesel en Lima y Callao en base a la metodología Copert.

2.2 Motor de ciclo Otto

Según Vintimilla, P. (2015) “El motor convencional del tipo Otto es de cuatro tiempos, es decir, que el ciclo completo del pistón tiene cuatro fases; admisión, compresión, explosión y escape.

La eficiencia de los motores Otto modernos se ve limitada por varios factores, entre otros la pérdida de energía por la fricción y la refrigeración. En general, la eficiencia de un motor de este tipo depende del grado de compresión, la proporción entre los volúmenes máximo y mínimo de la cámara de combustión. Esta proporción suele ser de 7 a 1 o 10 a 1 en la mayoría de los motores Otto modernos”. (p. 7).

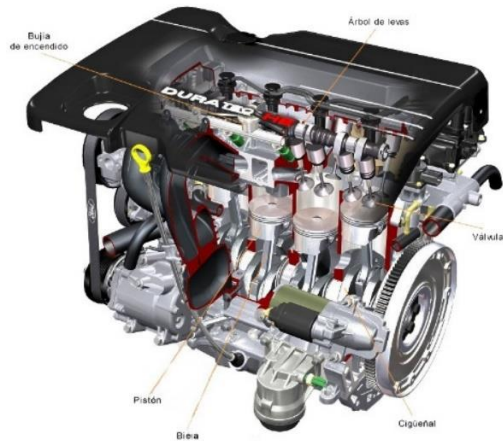


Figura 2. Motor a Gasolina

Fuente: Vintimilla, P. (2015).Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca.

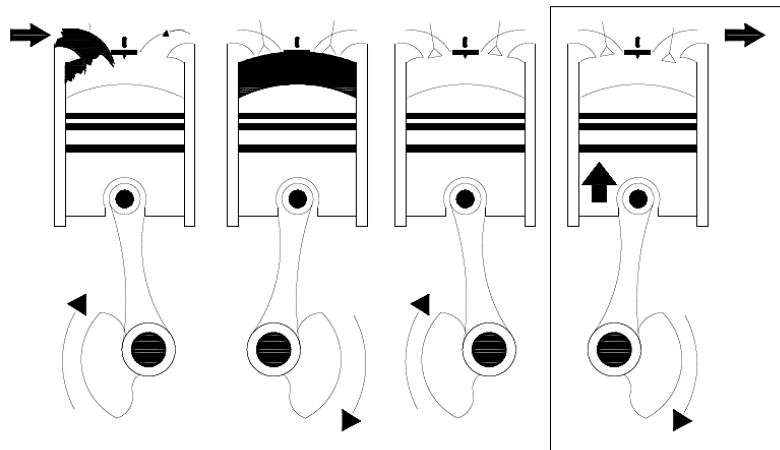


Figura 3. Funcionamiento de Motor Gasolinero.

Fuente: Vintimilla, P.(2015).Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca.

2.3 Motor de ciclo Diesel

Según Vintimilla, P.(2015) “En teoría, el ciclo Diesel difiere del ciclo Otto en que la combustión tiene lugar a un volumen constante en lugar de a una presión constante. La mayoría de los motores diésel tienen también cuatro tiempos, si bien las fases son diferentes de las de los motores de gasolina. En la primera fase se absorbe solamente aire hacia la cámara de combustión. En la segunda fase, la de compresión, el aire se comprime a una fracción mínima de su volumen original y se calienta hasta unos 440 °C a causa de la compresión.

Al final de la fase de compresión el combustible vaporizado se inyecta dentro de la cámara de combustión y arde inmediatamente a causa de la alta temperatura del aire. Algunos motores diésel utilizan un sistema auxiliar de ignición para encender el combustible para arrancar el motor y mientras alcanza la temperatura adecuada.

La combustión empuja el pistón hacia atrás en la tercera fase, la de potencia. La cuarta fase es, al igual que en los motores Otto, la fase de expulsión. La eficiencia de los motores diésel, que en general depende de los mismos factores que los motores Otto, es mayor que en cualquier motor de gasolina, llegando a superar el 40%.

A los motores diésel eran considerados motores lentos con velocidades de cigüeñal, No obstante, algunos tipos de motores diésel pueden alcanzar los 2,000 rpm.

Como el grado de compresión de estos motores es de 14 a 1, son por lo general más pesados que los motores Otto, pero esta desventaja se compensa con una mayor eficiencia y el hecho de que utilizan combustibles más baratos.

Se pueden utilizar proporciones mayores, como de 12 a 1, aumentando así la eficiencia del motor, pero este diseño requiere la utilización de combustibles de alto índice de octano. La eficiencia media de un buen motor Otto es de un 20 a un 25% (o sea, que sólo la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica)”. (p10)

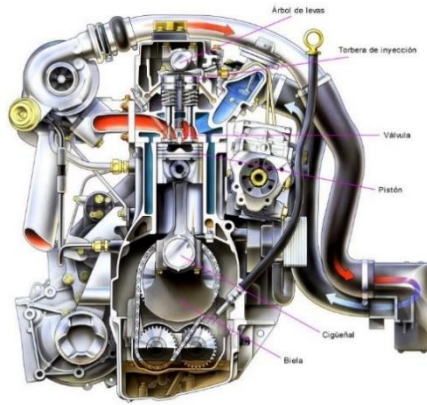


Figura 4. Motor Diesel.

Fuente: Fuente: Vintimilla, P. (2015).Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca.

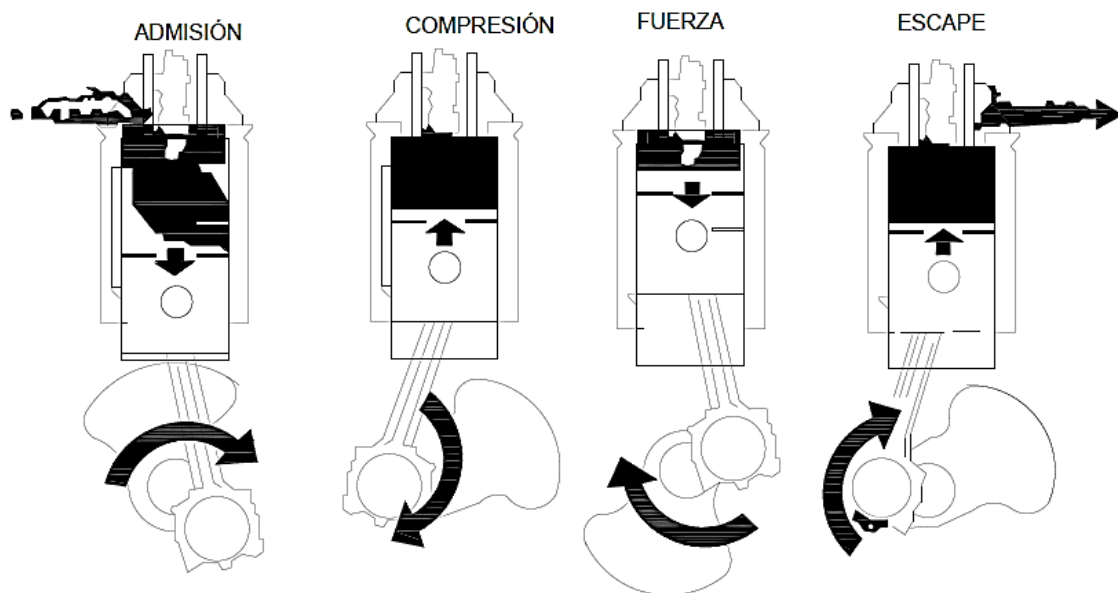


Figura 5. Funcionamiento de Motor Diesel.

Fuente: Vintimilla, P. (2015). Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca.

2.4 Motor a gas

Utilizan GLP o gas natural como combustible, tienen el mismo sistema que el motor a gasolina y comúnmente en algunos países los motores a gasolina son modificados para utilizar GLP debido a su bajo costo.

2.5 Funcionamiento de un MCI.

Dentro de los motores de combustión interna, hay muchos proyectos y usos; los que conocemos y vemos a diario son los motores a explosión (motores a gasolina y motores Diesel). En estos motores térmicos, los gases que genera la reacción exotérmica del proceso de combustión van a empujar al pistón; este se desplaza dentro del cilindro y hace que gire el cigüeñal, para obtener como resultado el movimiento de rotación. El funcionamiento de este tipo de motor es cíclico y requiere sustituir los gases por una mezcla nueva de combustible y aire dentro del cilindro, proceso llamado renovación de la carga. Esta mezcla debe ser 16 partes de aire por cada parte de combustible.

MOTOR DE 4 TIEMPOS:

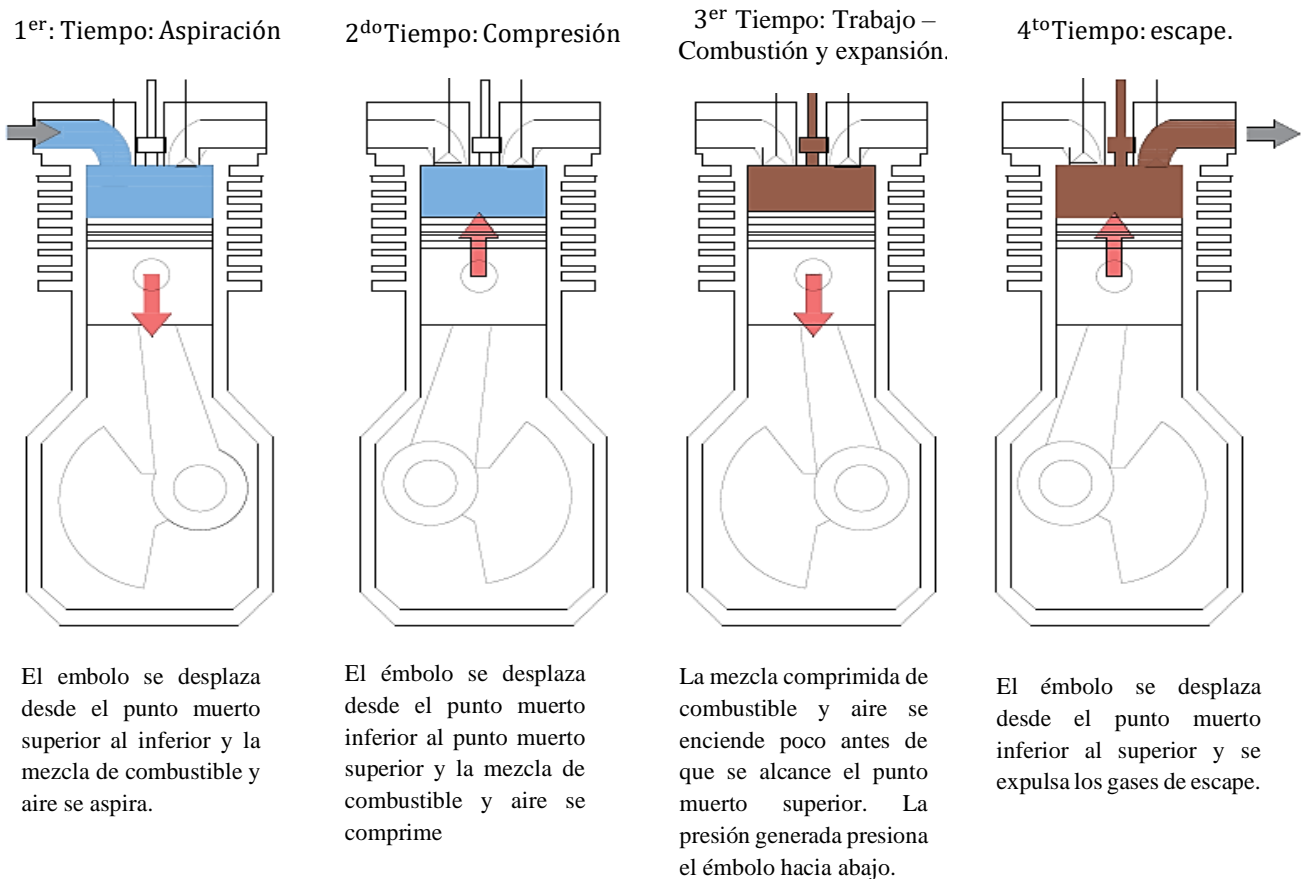
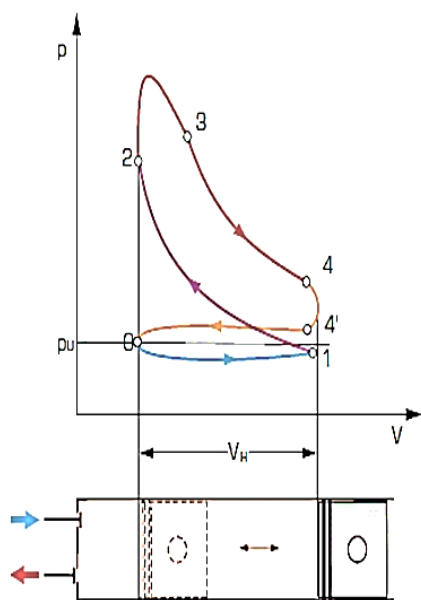


Figura 6. Motor de 4 tiempos

Fuente: Castro, P & Escobar, L. (2006). Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión.



- 1^{er} tiempo (0 – 1): Aspiración.
 ✓ De la mezcla de combustible y aire en el motor de gasolina.
 ✓ De aire puro en el motor diésel.
- 2^{do} tiempo (1 – 2): Compresión.
 ✓ De la mezcla de combustible y aire en el motor de gasolina.
 ✓ Del aire en el motor diésel a mín. 700°C
- 3^{er} tiempo (2 – 3): Encendido y combustión.
 ✓ De la mezcla de combustible y aire en el motor de gasolina a través de bujías.
 ✓ Inyección del gasóleo, encendido a través de la alta temperatura del aire.
- (3 – 4): Expansión de los gases de combustión.
- 4^{to} tiempo (4 – 4): Escape de los gases de combustión.
 (4' – 0): Expulsión de los gases de combustión restantes.

Figura 7. Diagrama indicador de un motor de 4 tiempos

Fuente: Castro, P & Escobar, L. (2006). Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión.

Tabla 1. Comparación de motores: gasolina de 4 tiempos y diesel de 4 tiempos

| | Motor de gasolina de 4 Tiempos | Motor Diesel de 4 Tiempos |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Cargo | Mezcla de aire y combustible | Aire puro |
| Alimentación de combustible | Carburador | Tobera de inyección |
| Encendido | Chispa | Compresión |
| Relación de compresión | 5.....12 | 14....21 |
| Relación aire-combustible | 0,8....1,2 | 1,5....10 |
| Combustible | Gasolina | Diesel |

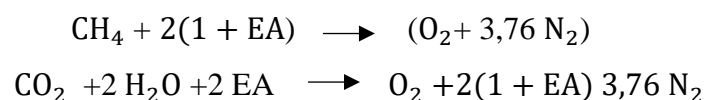
Fuente: Moreano,D & Palmisano, A. (2012).Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO.

2.6 Estequiometría de la combustión

2.6.1 Exceso de aire

La combustión típica se da con exceso de aire. El aire en exceso se introduce a la cámara para asegurar que las moléculas de combustibles estén rodeadas por suficiente aire de combustión.

La combustión con exceso de aire genera oxígeno sin reaccionar.



2.6.2 Relación aire –combustible

Relación de masa existente entre el aire utilizado en el proceso de combustión respecto al combustible.

$$\dot{m}_{a/c} = \frac{\text{masa aire}}{\text{masa combustible}} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

Ma/c es masa del aire con respecto al combustible.

Ma: masa aire

Mc : masa combustible

La relación de aire / combustible se puede encontrar también a partir de los moles (n) y peso molecular (M) del aire y combustible.

$$\dot{m}_{a/c} = \frac{n_{\text{aire}} * m_{\text{aire}}}{n_{\text{combustible}} * m_{\text{combustible}}} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

Ma/c es masa del aire con respecto al combustible.

2.7 Procesos de Emisión de Vehículos Automotores

En la actualidad el parque automotor emite grandes números de contaminantes, los cuales proceden de diferentes procesos, las más comunes son las emisiones Evaporativas y las que provienen del tubo de escape.

2.7.1 Emisiones Evaporativas

Hay dos maneras en la que un vehículo puede causar evaporación del combustible, cuando el vehículo está estacionado o en circulación, el grado de emisión dependerá de las características del vehículo, tales como (su altura, la temperatura ambiente y, principalmente, de la presión de vapor del combustible.

Emisiones Evaporativas son las siguientes:

2.7.1.1 Emisiones Evaporativas del motor caliente

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

2.7.1.2 Emisiones Evaporativas de operación:

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

2.7.1.3 Emisiones Evaporativas durante la recarga de combustible:

Son las emisiones Evaporativas desplazadas del tanque de combustible del vehículo durante la recarga.

2.7.1.4 Emisiones Evaporativas en reposo:

Son emisiones Evaporativas diferentes a las anteriores, que se presentan cuando el motor no está en funcionamiento. Las pérdidas en reposo se deben principalmente a fugas de combustible y de la permeabilidad, o fugas de los conductos de combustible.

2.7.1.5 Emisiones diurnas:

Son las emisiones del tanque de combustible del vehículo debidas a una mayor temperatura del combustible y a la presión de vapor de este. Se deben al incremento de la temperatura ambiente ocasionado por el sistema de escape del vehículo, o por el calor reflejado en la superficie del camino.

2.7.1.6 Emisiones por el tubo de escape:

Estas emisiones se producen cuando el combustible (gasolina, Diesel, gas licuado o biocombustibles.) son quemados, estas emisiones pueden llegar a producir monóxido y dióxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y las partículas, como también el azufre y, no muy reciente, el plomo también puede llegar a ser liberado.

Estas emisiones del tubo de escape dependen de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones.

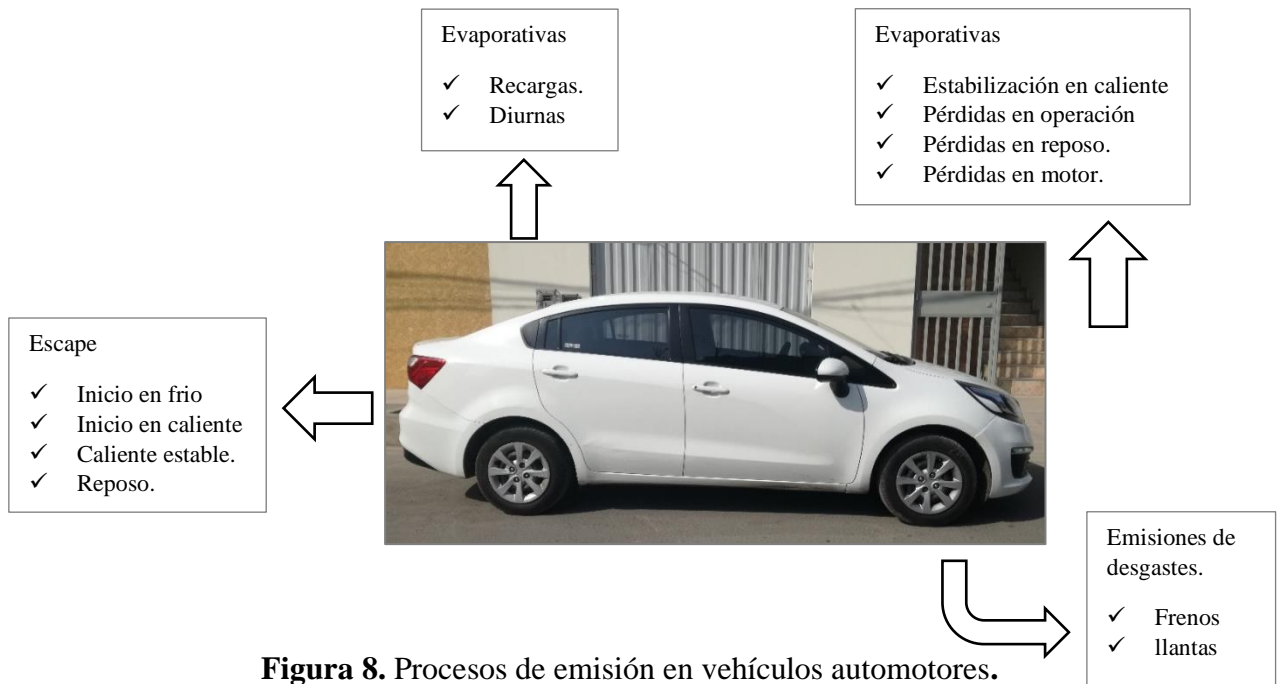


Figura 8. Procesos de emisión en vehículos automotores.

Fuente: Elaboración propia.

No debemos olvidar que no todos los vehículos emiten contaminantes en las mismas cantidades; estas dependen del tipo de motor y combustible que se utilice.

2.8 Clasificación de las fuentes móviles:

Los distintos tipos de vehículos según su peso y potencia se mueven de diferente forma en los flujos en las vías. Además, poseen diferentes configuraciones de motores y tecnologías presentes, y, por ende, aportan en distinta medida al inventario de emisiones de contaminantes. Este modelo es el que usan los organismos gubernamentales nacionales para estimar los inventarios de emisión de las fuentes móviles. Se compone de vehículos que consideran el transporte público, de carga y privado de pasajero.

Las categorías se muestran a continuación:

Tabla 2. Categoría de Fuentes Móviles.

| Buses servicios troncales y alimentadores | | | |
|--|--|--|------------------------------------|
| Vehículos de servicio público | Taxis colectivos | Corresponden | <7,5 ton. |
| | Camiones livianos | aquellos | Entre las 7,5 |
| | Camiones medianos | camiones con | y 16 Ton. |
| | Camiones pesados | PBV | |
| Vehículos particulares | Entendiéndose por éstos al conjunto de vehículos con PBV | Automóviles particulares, Taxis básicos, Camionetas, Furgones y similares. | Mayor a 16 Ton. < a 4,8 Ton |

Fuente: Saavedra, J. (2014). Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular.

2.9 Tipos de Contaminantes:

Las fuentes móviles generan principalmente CO, Monóxido de carbono, Dióxido de azufre SO₂, NO_x, compuestos orgánicos volátiles (COV), HCT, MP, CO₂. Estos contaminantes se detallan a continuación.

2.9.1 Contaminantes Emitidos por Fuentes Móviles.

Clasificación de Contaminantes según distintos criterios.

Tabla 3. Clasificación de contaminantes según distintos criterios.

| Criterio | Clasificación | Detalle |
|------------------------------|-------------------------|--|
| Según origen | Natural | Son propagados por focos naturales, lo cual significa que no interviene la mano humana. |
| | Antropogénicos | Focos de emisiones antropogénicos, este si es emitidos por actividades humanas. |
| Tipo de Contaminante | Contaminante primario | Es aquel contaminante que se emite a la atmosfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química, como, por ejemplo, el material particulado. |
| | Contaminante secundario | Son aquellos que se generan en la atmosfera mediante reacciones de dos o más contaminantes primarios entre sí o con alguno de los componentes habituales del aire, con o sin la acción de la luz ultravioleta del sol, ejemplo el ozono. |
| | Contaminante criterio | Se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. |
| | | |
| Según efecto | Efecto local | Efecto localizado en una región geográfica partícula cercana al foco de emisión. |
| | Efecto global | Efecto extendido en el ámbito global, no importando el foco de emisión. |
| Según fuente emisora. | Fuente fija | Son fuentes estacionarias, grandes, que se caracterizan por emitir cantidades de contaminantes. |
| | Fuentes de área | Son fuentes pequeñas y numerosas, son emisoras significativas de contaminantes del aire dependiendo de la cantidad de fuentes, los que deben incluirse en un inventario de emisiones. |
| | Fuentes móvil | Es toda fuente que circula por calles o por carreteras incluyen: vehículos ligeros y vehículos pesados motorizados. |
| | | |

Fuente: Medina, R. (2015). "Factores determinantes del nivel de contaminación del aire con monóxido de carbono en zonas urbanas para viviendas familiares en la ciudad del Cusco-2014".

2.9.2 Contaminantes producidos por el tipo de Combustible

2.9.2.1 Contaminantes producidos por la gasolina

La gasolina es un combustible derivado del petróleo, el cual se obtiene por destilación de este; cuando se utiliza en una máquina bien sincronizada y con suficiente aire, produce CO_2 , Agua (H_2O), NO_x y energía.

Algunos compuestos tóxicos se encuentran en la gasolina y se emiten al aire cuando esta se evapora o pasa a través del motor como combustible no quemado. El Benceno (C_6H_6), por ejemplo, es un componente de la gasolina. Los vehículos emiten pequeñas cantidades de benceno en el combustible no quemado o cuando la gasolina se evapora.

Una cantidad significativa de benceno proviene de la combustión incompleta de compuestos de la gasolina, como el tolueno y el xileno, que son químicamente muy similares al benceno.

Al igual que el benceno, estos compuestos se encuentran en forma natural en el petróleo y se concentran más cuando este se refina para producir gasolina de alto octanaje.

El formaldehído, el acetaldehído, el material particulado del combustible para motores Diésel y el 1,3-butadieno no están presentes en el combustible, pero son subproductos de la combustión incompleta. El formaldehído y el acetaldehído se forman también mediante un proceso secundario cuando otros contaminantes de fuentes móviles experimentan reacciones químicas en la atmósfera.

2.9.2.2 El Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Como se sabe el gas licuado de petróleo, es una mezcla de Hidrocarburos, que contiene generalmente propano, butano, isobutano y cantidades menores de propileno o butileno.

Tabla 4. Propiedades del gas licuado de petróleo (GLP), y el petróleo diesel

| | Petróleo Diesel | GLP |
|--|------------------------|----------------|
| Densidad Kg/m³ a 15°C | 862 | 559 |
| Presión de Saturación a 38°C, KPa. | 0,3-0,35 | 8,100 |
| Calor de vaporación, Kl/Kg. | 210-250 | 412 |
| Relación estequiometria aire-combustible. | 14,45 | 15,2 |
| Temperatura de combustible, K | 2,289 | 2,149 |
| Poder Calorífico bajo, MJ/Kg. | 42,68 | 45,4 |
| Poder Calorífico por Kg de mezcla, KJ/Kg. | 2,762 | 2,802 |
| Viscosidad cinemática a 37, 8°C, cSt | 4,62 | 0,3 |
| Número de cetano | 49 | 18-22 |
| Condiciones de almacenamiento | Ambientales | 0,47 Pa a 20°C |

Fuente: Hilario, N. (2017). Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo.

Métodos de Suministro de Gas en los motores diésel.

En los motores diésel que funcionan con gas, se pueden emplear dos métodos de formación de la mezcla:

Externa para el gas, e interna para el petróleo, diésel (combustible piloto). (Figura 9.- a y b)

Interna para el gas y el petróleo. (Figura 9– c, d y e)

A pesar de la simplicidad constructiva para la realización del primer método (mezclador-carburador en la admisión – para el gas, y el sistema de inyección tradicional – para el suministro piloto de petróleo diésel, su aplicación está limitado por las siguientes razones:

- Peligro de detonación de la mezcla aire-gas durante el proceso de combustión.
- Disminución de la capacidad de auto inflamación en los regímenes de carga parciales, lo cual está relacionado con la necesidad de estrangular la admisión.
- Aumento de las emisiones de hidrocarburos C_xH_y y CO debido a la presencia de zonas sobre empobrecidas, sobre todo en los regímenes de cargas parciales.
- Necesidad de un doble sistema de regulación.
- Imposibilidad de optimizar el proceso de combustible (se complica la forma de la cámara de combustión), si es que se quiere conservar la capacidad del motor de trabajar solamente con petróleo diésel. Además, este último requerimiento no permite emplear un sistema especial de inyección para una pequeña cantidad piloto de suministro de petróleo diésel, y por otro lado el sistema original trabaja en estas condiciones con una marcada desigualdad de suministro de combustible e inestabilidad. La regulación de la potencia cambiando solamente la cantidad piloto de petróleo bruscamente disminuye la posibilidad de aumentar la cantidad de combustible reemplazado (se puede reemplazar hasta 40-50% del petróleo diésel).

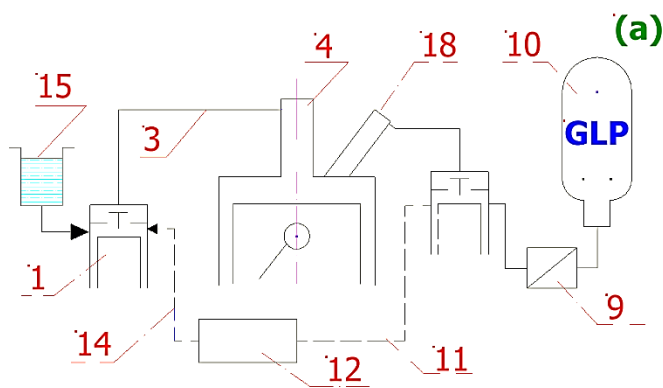


Figura 9-a. Esquema externo, para el suministro de gas natural (GN)

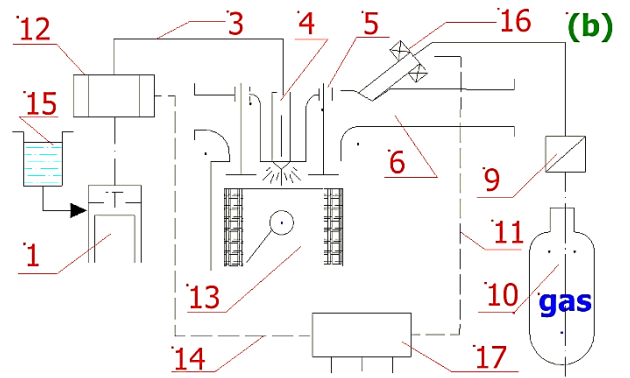


Figura 9-b. Esquema interno, para el suministro de gas natural (GN)

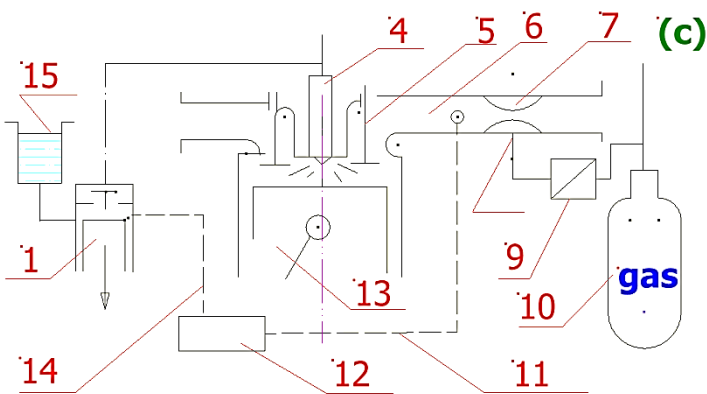


Figura 9-c. Esquema interno, para el suministro de gas y petróleo

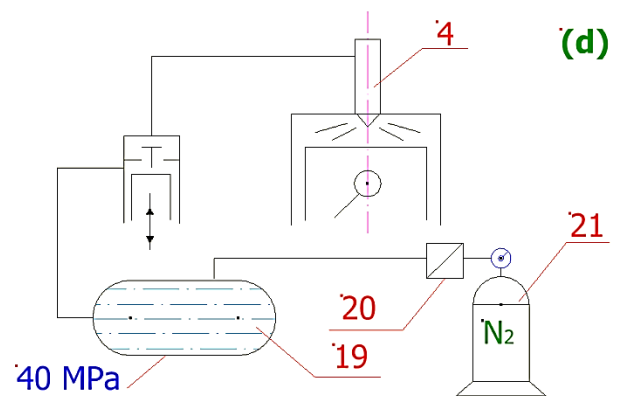


Figura 9-d. Esquema interno, para el suministro de gas y petróleo

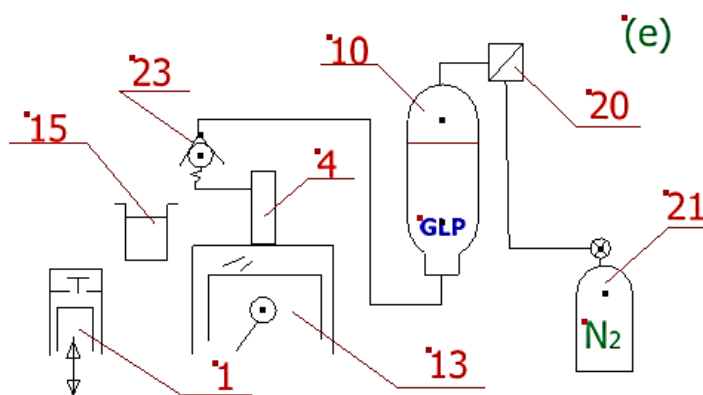


Figura 9-e. Esquema interno, para el suministro de gas y petróleo

Embolo buzo; 2-Válvula impelente; 3- Línea de alta presión (LAP); 4- Inyector; 5-Válvula de admisión; 6- Colector de admisión; 7-Disufor; 8- Calibre; 9-Reductor de presión; 10-Balón de gas; 11-Cable eléctrico; 12- Regulador automático; 13-Pistón; 14-Cable eléctrico; 15-Depósito de petróleo; 16-Inyector de Gas; 17-Bloqueo eléctrico; 18-Inyector de gas licuado; 19-Recipiente para la mezcla de petróleo-gas licuado; 20-Reductor de presión; 21-Balón de nitrógeno.

2.9.3 Contaminantes producidos por el diesel

El diésel es combustible derivado del petróleo, producto de la destilación, produce, CO_2 , H_2O , NO_x , SO_2), MP y energía.

Las emisiones de diesel son una mezcla de más de 400 partículas finas diferentes, vapores y materiales orgánicos tóxicos, que resultan cuando se quema el combustible diésel. Algunos de los contaminantes tóxicos del aire que se encuentran en las emisiones de diésel incluyen CO , SO_2 , compuestos de cianuro, aldehídos, benceno, formaldehído, plomo inorgánico, compuestos de manganeso, compuestos de mercurio, metanol, fenol y arsénico.

2.9.3.1 Contaminantes producidos por (CO)

El CO es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Una cantidad significativa del CO emitido en áreas urbanas es producto de los vehículos automotores.

El CO es un gas venenoso, que se produce depende de cómo se quema el combustible, es un gas más pesado que el oxígeno o el aire y desplaza al oxígeno de la atmósfera en pequeñas cantidades, el CO causa dolores de cabeza, mareos y náuseas.

En grandes cantidades es mortal, porque priva al cuerpo del oxígeno necesario en sus pulmones.

2.9.3.2 Contaminantes producidos por (CO₂)

El CO₂ no se puede considerar como un contaminante que afecte la salud. Se trata de un contaminante de efecto global, ya que es la contribución al calentamiento global lo que está causando preocupación y está forzando a los gobiernos a convenir reducciones de emisión de este gas.

Se produce por la ignición de combustibles fósiles y corresponde a la máxima oxidación del carbono. Es por esto que la única forma de reducirlo es disminuyendo el consumo de combustible, haciendo motores más eficientes.

2.9.3.3 Contaminantes producidos por (HC)

Esta es una clase de contaminantes que incluye miles de especies. Los HC son también conocidos como COV.

Los vehículos son una fuente de emisiones Evaporativas de HC y de emisiones del escape que resultan de la combustión incompleta. Las emisiones Evaporativas de HC ocurren cuando los vapores escapan durante la recarga de combustible o de componentes de los vehículos no sellados herméticamente.

Algunas especies de hidrocarburos también provienen de la combustión incompleta, que ocurre en las regiones de mezcla rica en la flama, o bien cuando la flama está limitada por bajas temperaturas en las paredes de los pistones. Tal como ocurre con el CO, las emisiones de HC pueden ser reducidas en forma importante en condiciones de operación de mezcla pobre, (cuando un exceso de oxígeno está disponible).

Los hidrocarburos son problemáticos, tanto porque son precursores del ozono a nivel del suelo, como porque algunas especies de hidrocarburos por sí mismas son tóxicas o carcinogénicas. Los

principales mecanismos de extinción de hidrocarburos —fotólisis con la luz del sol y la reacción con OH— conducen a la generación de ozono mediante reacciones con los óxidos de nitrógeno.

2.9.3.4 Contaminantes producidos por los gases de efecto invernadero (GEI)

Parte de la radiación solar se absorbe en la capa de ozono en la atmósfera superior, pero buena parte de ella alcanza la superficie de la tierra. La radiación solar es balanceada por la radiación de calor que la tierra emite al espacio.

Las concentraciones de gases de efecto invernadero que absorben la radiación que emite la tierra se han incrementado, debido principalmente a las actividades humanas, reduciendo la eficiencia con la que la tierra emite radiación al espacio.

2.10 Factores de emisión

Si bien se ha visto a lo largo de este capítulo como se forman las emisiones contaminantes y también como se logran reducir a través de parámetros en el diseño de motores Diesel y de las tecnologías en los sistemas de escape, el alcance de este trabajo es poder determinar el nivel de emisiones de la flota de transporte público de buses con motores diésel de la Ciudad de Chimbote. Para esto se van a utilizar factores de emisión. Un factor de emisión es un valor representativo que relaciona la cantidad de emisión liberada a la atmósfera de cierta actividad asociada a la liberación de dicha emisión. Estos factores son expresados usualmente como el cociente entre el peso del contaminante y una unidad de peso, volumen distancia o duración de la actividad asociada a la emisión del contaminante.

La ecuación general para la estimación de un tipo de emisión es:

$$E = A \times FE \times \left(1 - \frac{ER}{100} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

E = emisión, (g/km)

A = velocidad de la actividad, (km/hr)

FE = factor de emisión (g/km)

ER = eficiencia global de reducción de emisiones, %.

CAPÍTULO III

3. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1 Lugar de estudio

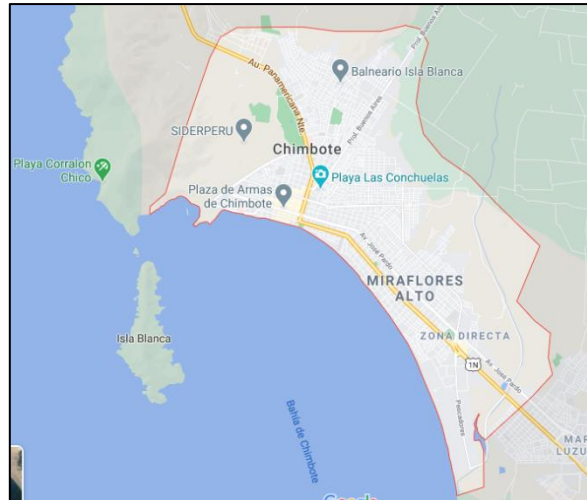


Figura 10. Mapa de la Ciudad de Chimbote.

Fuente: Google Map.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Está constituida por los vehiculares que se ubican en las principales avenidas de Chimbote. Para el desarrollo del muestreo correspondiente para cada línea de autos, utilizaremos el Muestreo Probabilístico.

Tamaño de Muestra:

$$\text{Población finita: } n = \frac{Z^2 * P * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * q} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

P = Probabilidad a favor

N = Población o universo.

q = Probabilidad en contra.

Z = Nivel de confianza.

e = error maestro.

3.2.2 Muestra

Está compuesta por 200 vehículos que circulan en las principales avenidas en hora punta.

3.3 Método de CORINAIR:

Para la determinación de las emisiones vehiculares en las avenidas Meiggs y Pardo, pertenecientes a la ciudad de Chimbote, fueron considerados los aspectos pertinentes al escenario físico, tránsito vehicular y procedimiento de cálculo. Para lo cual usaremos el Método de CORINAIR, el cual pasamos a explicar a continuación.

Los procesos de producción de los contaminantes son complejos y varían según el tipo y categoría del vehículo y las tecnologías del motor. En las recomendaciones desarrolladas por la EEA (European Environment Agency), en la guía de inventario de emisiones EMEP/CORINAIR, queda de manifiesto la relación de la velocidad con las emisiones de gases contaminantes.

La guía EMEP/CORINAIR incluye una sección destinada a modelar las emisiones producidas por el tráfico vehicular. Los factores de emisión de los distintos modelos contemplados en la guía son funciones que tienen como variable la velocidad media a la que se desplazan los vehículos al circular por un tramo del viario, o el consumo de combustible de estos. Para el caso en el que el factor de emisión dependa del consumo de combustible, la aplicación guía define una serie de factores de consumo para los distintos tipos de vehículos y los distintos tipos de contaminantes.

De la misma forma que los factores de emisión, los factores de consumo se calculan a partir de la velocidad media a la que se desplazan los vehículos al circular por un tramo del viario. La Guía EMEP/CORINAIR estima las emisiones de los diferentes contaminantes con diferente grado de análisis, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- **Grupo 1:** Contaminantes para los que se dispone de una metodología detallada de análisis, basada en factores de emisión que se definen en función de las condiciones de tráfico (velocidad de circulación) y del tipo de motor (cilindrada). Dentro de esta categoría se incluyen, NO_x , CO, COV.
- **Grupo 2:** Contaminantes cuyas emisiones se definen indirectamente en función del consumo de combustible. Se incluyen al CO_2 y SO_2 .
- **Grupo 3:** Contaminantes para los que existe una metodología simple, en razón de la ausencia de información detallada. Se incluye al N_2O .

- **Grupo 4:** Perfiles de Compuestos Orgánicos Volátiles no Metano que son obtenidos como una fracción del total de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles no Metano.

La aplicación de este analizador de combustión se basa en una metodología de toma de datos de los gases que pasan por la chimenea o el conducto de humos, tomada por succión a través de un orificio practicado en la misma y obteniendo la concentración de sus componentes mediante un analizador electrónico con sensores electroquímicos con los que está equipado este analizador de combustión.

Además, este analizador de combustión está equipado de una sonda termopar para la toma de la temperatura de los gases, y con un programa en su memoria que, en función del análisis de los gases, de su temperatura y de la temperatura ambiente, ofrece en pantalla el rendimiento de la combustión.

La pantalla con que viene equipado este analizador de combustión, e incluso su impresora, dará los siguientes resultados (función de cada producto comercial):

- CO₂: % en volumen;
- O₂ : % en volumen;
- CO: partes por millón, ppm. (p.ej. 2,000 ppm = 0,2%);
- Exceso de aire: %,
- Rendimiento de la combustión: %.

Para la determinación de las emisiones vehiculares se utilizaron los factores de emisión de la metodología aplicada (CORINAIR). **Para la determinación de la velocidad media de los vehículos se realizó un promedio de velocidad cuyo valor es de 38 km/h.**

3.4 Procedimiento para el Cálculo de emisiones vehiculares

Determinación del escenario Físico: Se inicia el procedimiento escogiendo estratégicamente la avenida o avenidas principales en la ciudad donde se lleve a cabo las mediciones, estas avenidas serán las que presenten mayor cantidad de influencia vehicular

Determinación del Tránsito Vehicular

Identificación de la Intensidad del Tránsito por Horarios:

Realizaremos una Inspección Visual General, El cual nos ayudará a identificar en que horarios existe mayor circulación de vehículos, en nuestras dos avenidas principales durante una semana. El resultado tomado durante una semana completa, de la siguiente tabla nos ayudará a concluir cuales son las horas punta en las dos avenidas principales avenidas de Chimbote.

Determinación de Horas punta.

Para poder determinar nuestras horas punta acudiremos a la metodología del HCM 2010. Cal y Mayor adapta esta metodología y la simplifica en 6 pasos los cuales se presentan a continuación, de las cuales nosotros trabajemos con los 3 primeros pasos. está por un conteo visual, donde se observe mayor tránsito de vehículos en las principales avenidas, con esta evaluación inicial podemos tener como referencia entre dos o tres avenidas principales a escoger para nuestro muestreo vehicular.

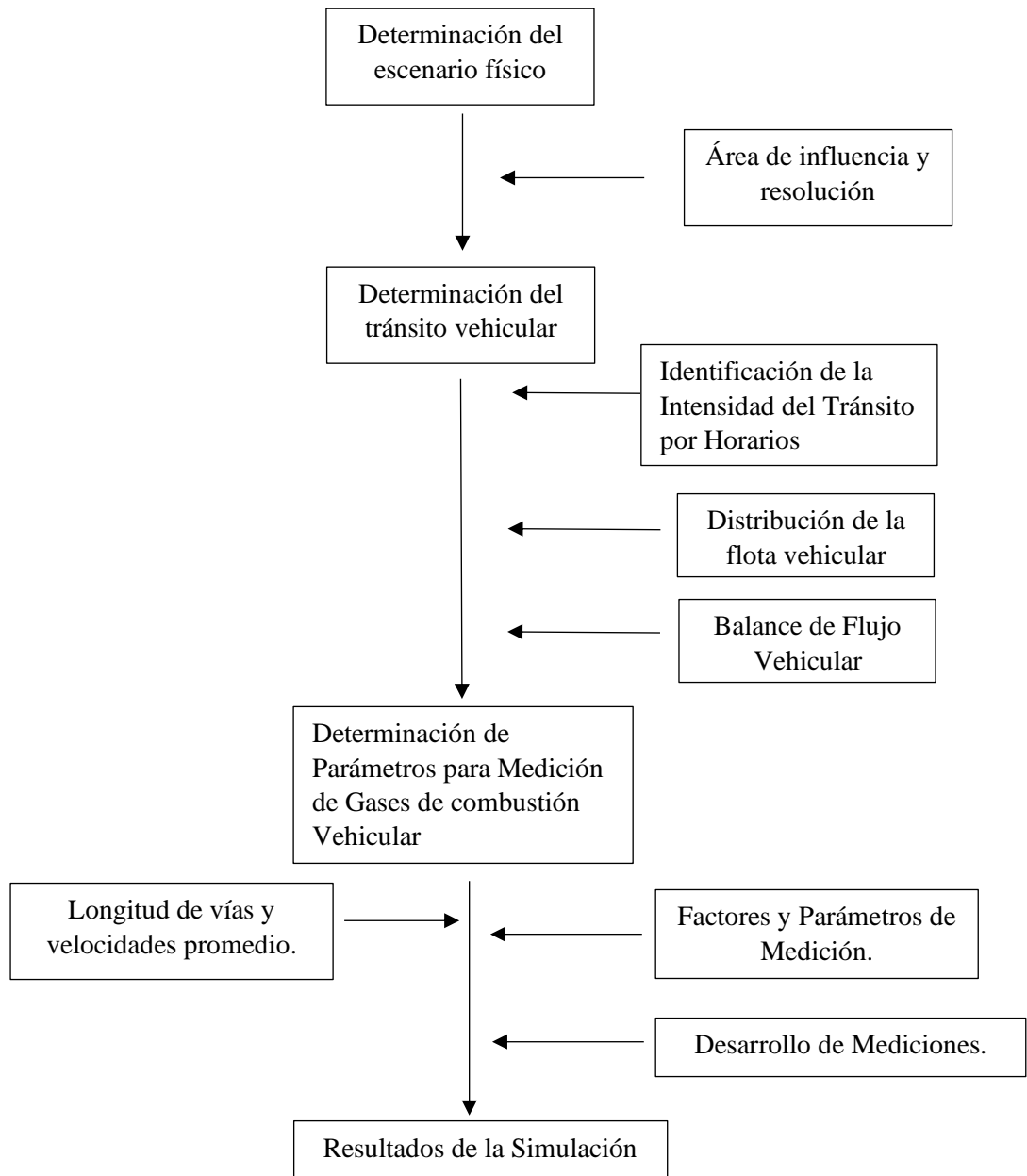


Figura 11. Flujograma para el cálculo de Emisiones Vehiculares

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el esquema anteriormente planteado, al igual que los procedimientos necesarios involucrados.

3.5 Metodología de prueba y análisis de resultados con el analizador de gases de combustión

Para realizar la metodología de prueba nos basaremos en Artículo del Decreto Supremo D.S.-N°-047-2001-elaborado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC-donde explica en el Anexo 2, los procedimientos de prueba para determinar con equipos de medición e inspección visual, las Emisiones-para-vehículos-automotores.

Los procedimientos de prueba descritos en el presente Anexo, son aplicables para controlar los gases de los vehículos en circulación a nivel nacional (Numeral I del Anexo N.º 1).

3.6 Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial decreto supremo N.º 047-2001-MTC

El Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N. ° 034-2001-MTC, establece en los Artículos 35° al 38°, que los Límites Máximos Permisibles para vehículos en circulación a nivel nacional, vehículos nuevos importados o producidos y vehículos usados importados, que se incorporen al parque automotor nacional, se adecuarán a la norma que emitirá el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción;

Anexo N. ° 1: valores de los LMP de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores en circulación.

Anexo N. ° 2: Los procedimientos de prueba y análisis de resultados para el control de las emisiones de los vehículos automotores.

3.7.Planeamiento de la flota vehicular

3.7.1. Determinación del Escenario Físico.

Escogiendo las que presentan mayor tránsito vehicular en nuestra ciudad de Chimbote:

Avenida Enrique Meiggs.

Avenida José Pardo.

Iniciaremos nuestra toma de muestreo vehicular en el Mega Plaza el cual tiene las dos avenidas en paralelas, como muestra la imagen:

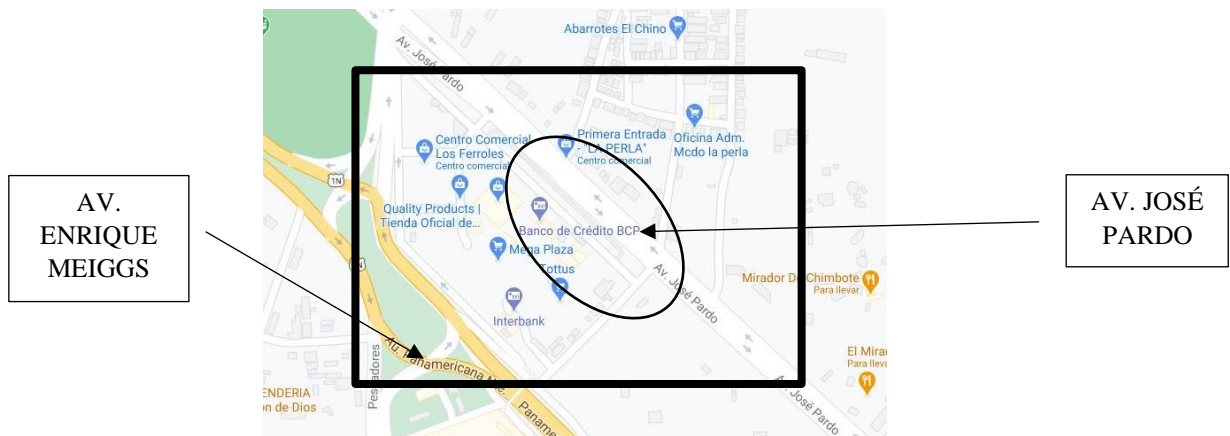


Figura 12. Determinación del escenario físico entre las avenidas pardo y Gálvez.

Fuente: Google Maps.

3.7.2. Distribución de la Flota Vehicular y determinación de Horas Puntas

En esta tabla podremos realizar por varios días el conteo vehicular para ambas avenidas, para luego llenar los resultados en una tala resumen y poder concluir cuales son las líneas de mayor tránsito en estas dos principales avenidas de Chimbote. Para luego realizar la medición de contaminantes en estas principales líneas vehiculares. Escogimos las fechas del 23 al 29 de enero del 2019 para realizar estos conteos durante varios días completos.

Para poder determinar nuestras horas punta acudiremos a la metodología del **HCM 2010. Cal y Mayor** adapta esta metodología y la simplifica en 6 pasos los cuales se presentan a continuación, de las cuales nosotros trabajemos con los 3 primeros pasos.

- ✓ Paso 1: Observación de la problemática
- ✓ Paso 2: Formulación de hipótesis de la problemática y su solución
- ✓ Paso 3: Recolección de datos
- ✓ Paso 4: Análisis de los datos

Vamos a ver un poco más de cerca estos pasos:

Paso 1: es necesario tomar contacto con el área física del problema, por ello se requiere visitas in situ de tal forma que se defina información precisa, la idea es tener una base sólida para el sustento de la hipótesis.

Paso 2: se deberá tener cuidado en la formulación de la hipótesis, se recomienda tener alternativas cuidadosamente analizadas que respondan con base a una formulación del marco de hipótesis.

Paso 3: En la recopilación de datos se necesita información precisa, las estadísticas son una herramienta muy poderosa, así como los informes oficiales y hechos verdaderamente comprobables. Conocer la opinión del vecino o del comerciante de la cuadra no resulta tan relevante; se requiere datos estadísticos obtenidos oficialmente, en el lugar de los accidentes manejar de fuentes de información dignas de crédito.

Ubicación De Las Intersecciones

- ✓ Intersección 1: Av. Huánuco con Av. Panamericana Norte.
- ✓ Intersección 2: Av. Santa Rosa con Av. José Pardo.
- ✓ Intersección 3: Jr. Salaverry con Av. Panamericana Norte.
- ✓ Intersección 4: Jr. Ancash con Av. José Pardo.

3.7.3. Aforo de Volúmenes Vehículos Mixtos

Para el conteo de vehículos mixtos se realizó según las recomendaciones el HCM 2010, en intervalos de 15 minutos, el conteo se efectuó en las 4 intersecciones estudiadas en simultaneo, en 2 intersecciones se utilizó papel y lápiz y en los otros 2 se realizó a través de una filmación, posteriormente la información del video fue procesada durante el trabajo de gabinete.

3.7.4. Foro de Volúmenes intersección N° 01

El aforo de esta intersección se adjunta el detalle de la recopilación del aforo vehicular de la intersección en un formato creado para dicho propósito; en este formato se identifica:

- ✓ pico que para esta intersección es de 07:30 a 08:30am. Los volúmenes totales
- ✓ La hora

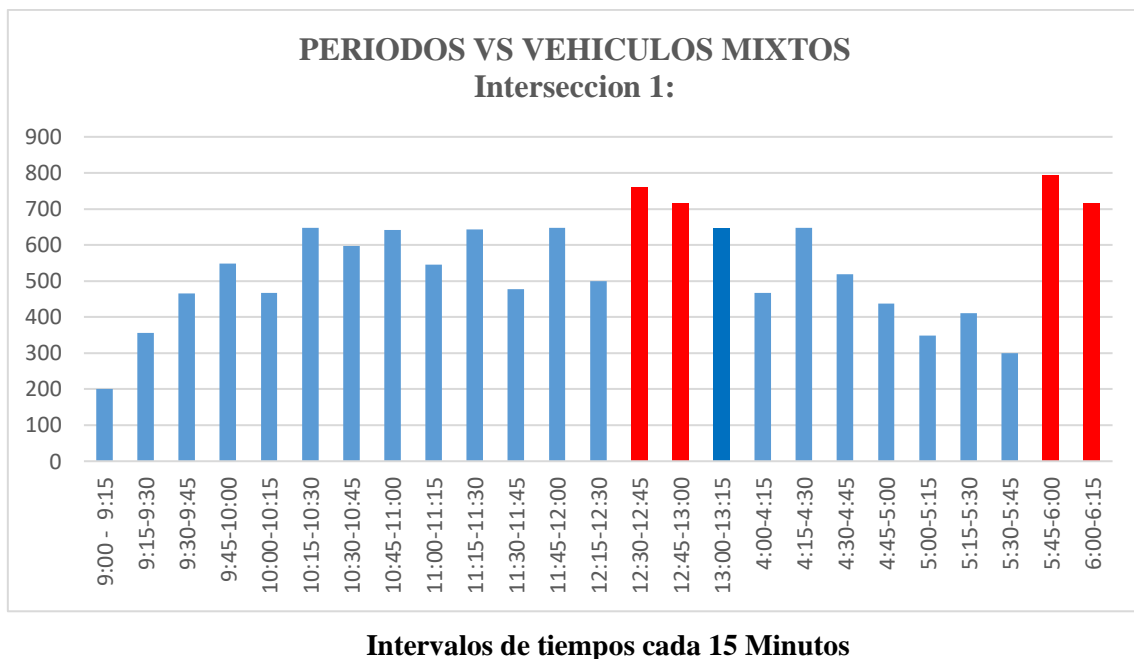


Gráfico 1. Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 01.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5. Aforo de Volúmenes intersección N° 02

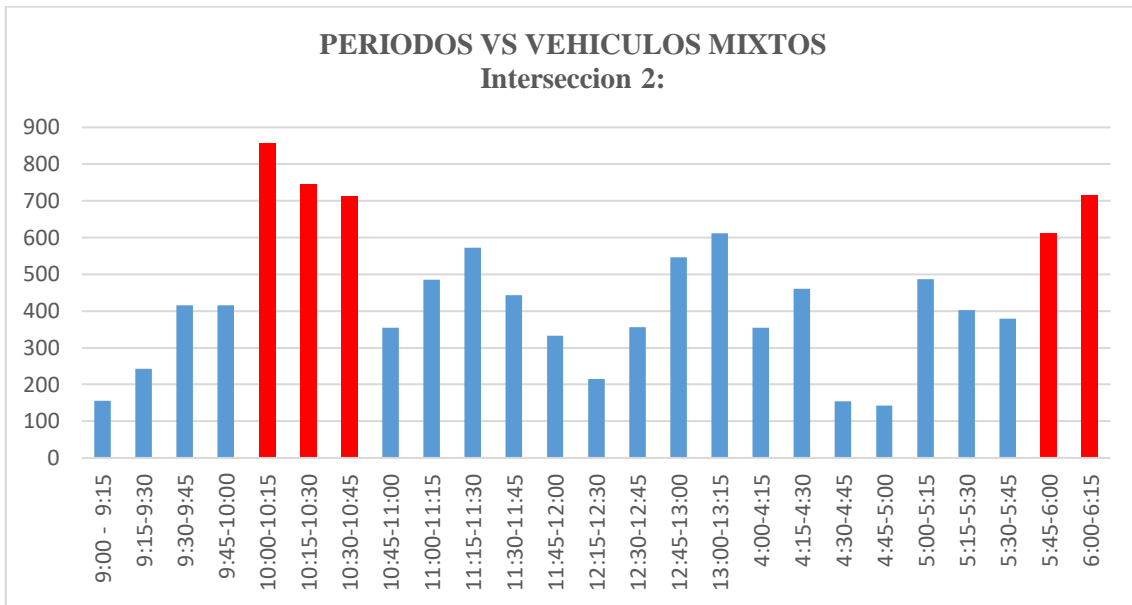
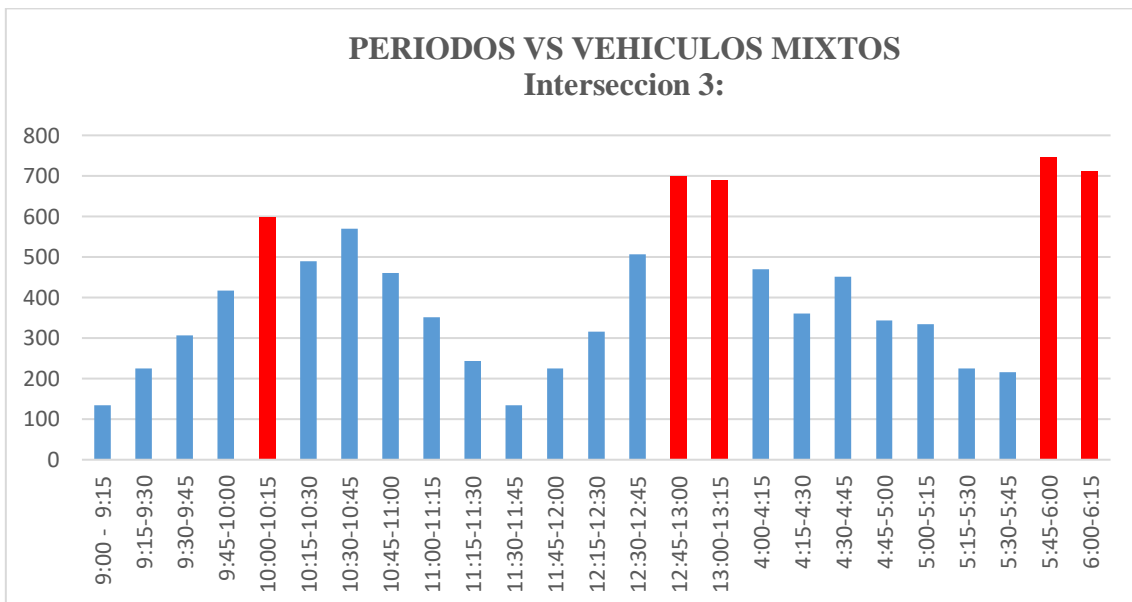


Gráfico 2. Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 02.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.6. Aforo de Volúmenes intersección N° 03

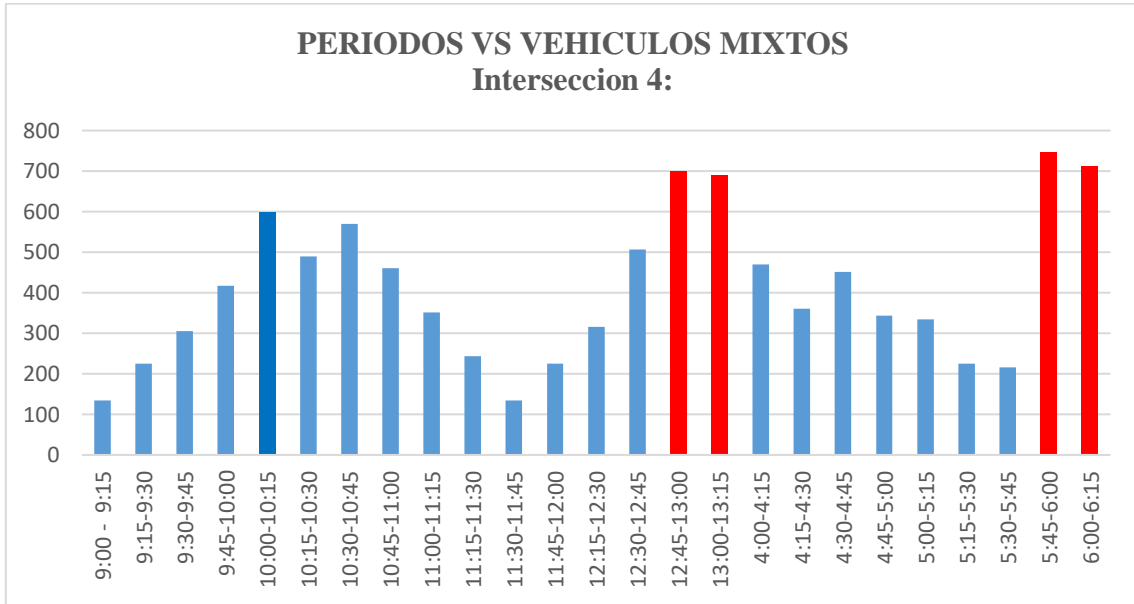


Intervalos de tiempos cada 15 Minutos

Gráfico 3: Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 03

Fuente: Elaboración propia.

3.7.7. Aforo de Volúmenes intersección N° 04



Intervalos de tiempos cada 15 Minutos

Gráfico 4: Periodo vs Vehículos Mixtos de la Intersección N° 04.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.8. Volumen o Intensidad de Tránsito (Q)

El volumen o Intensidad de tránsito se define como el número de vehículos que pasan por un punto de la vía o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo de tiempo determinado. La unidad de medida para el volumen es simplemente “vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”.

$$Q = \frac{N}{T} \dots \dots \dots (5)$$

Está expresado por:

Donde:

- Q = volumen de tráfico
- N = número de vehículos
- T = tiempo

Según este período de tiempo se pueden determinar varios tipos de volúmenes de tránsito: las cuales son: anual, mensual, semanal, diaria y horario, pero para nuestro trabajo de investigación hablaremos del Tránsito Horario (TH).

Tránsito horario (TH): Es el número total de vehículos que pasan durante una hora, en este caso T = 1 hora

Para los análisis operacionales, se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día. La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada **“hora pico” (HP), u hora de máxima demanda (HMD)**. Los volúmenes de hora pico son usados como la base para el diseño de carreteras y para varios tipos de análisis operacionales.

3.7.9. Factor de hora punta

El factor de la hora de pico es un **indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos**. Si este valor es igual a 1 significa uniformidad, en cambio valores muy pequeños indicarán concentraciones de flujos máximos. Según el HCM 2000, el valor de PHF para áreas rurales es de 0,88 y el valor para áreas urbanas es de 0,92.

Regularmente para el análisis de carreteras se usa el valor de 0,90, cuando no se dispone de la información de campo para obtener el valor de PHF.

$$PHF = \frac{V}{4 * V_{15}} \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

PHF = Factor de Hora Pico

V = volumen en una hora (veh/h)









V15 = volumen máximo de los 15 minutos en la hora pico (veh/15min)

Tabla 5. Intersección 1: Av. Huánuco con Av. Panamericana Norte.

| Parámetro | ACCESO 1 (N-S) | | | | ACCESO 2 (S-N) | | | |
|---------------|----------------|-------------|-------------|----|----------------|-------------|----|----|
| | | | | | | | | |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| V60 | 689 | 97 | 82 | 0 | 1304 | 54 | 0 | 0 |
| 4*(V15) | 700 | 110 | 96 | 0 | 1324 | 76 | 0 | 0 |
| F.H.P. | 0,98 | 0,88 | 0,85 | | 0,98 | 0,71 | | |









Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Intersección 2: Av. Santa Rosa con Av. José Pardo.

| Parámetro | ACCESO 1 (N-S) | | | | ACCESO 2 (S-N) | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| V ₆₀ | 692 | 146 | 95 | 0 | 1024 | 415 | 29 | 0 |
| 4*(V ₁₅) | 716 | 156 | 108 | 0 | 1052 | 432 | 36 | 0 |
| F.H.P. | 0,97 | 0,94 | 0,88 | | 0,97 | 0,96 | 0,81 | |









Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Intersección 3: Jr. Salaverry con Av. Panamericana Norte.

| Parámetro | ACCESO 1 (N-S) | | | | ACCESO 2 (S-N) | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| V ₆₀ | 703 | 123 | 0 | 0 | 1179 | 0 | 842 | 0 |
| 4*(V ₁₅) | 724 | 132 | 0 | 0 | 1216 | 0 | 892 | 0 |
| F.H.P. | 0,97 | 0,93 | | | 0,97 | | 0,94 | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Intersección 4: Jr. Ancash con Av. José Pardo.

| Parámetro | ACCESO 1 (N-S) | | | | ACCESO 2 (S-N) | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| V ₆₀ | 809 | 54 | 90 | 0 | 1213 | 57 | 29 | 0 |
| 4*(V ₁₅) | 824 | 88 | 104 | 0 | 1240 | 64 | 36 | 0 |
| F.H.P. | 0,98 | 0,61 | 0,87 | | 0,98 | 0,89 | 0,81 | |

Fuente: Elaboración propia.

De estos valores podemos notar que el tránsito en horas punta en nuestras dos principales avenidas son menores que 1 indica concentraciones de flujos máximos, eso quiere decir que el tráfico no es uniforme. Según el HCM 2000, el valor de PHF para es de 0,92.

3.8. Censo Poblacional Vehicular

3.8.1. Censo de población vehicular en la Av. José Pardo.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos de nuestro censo hecho en la Av., José Pardo en los horarios ya establecidos anteriormente.

Censo de población vehicular en la Av. José Pardo.

Tabla 9 al 18. Censo vehicular en Av. José Pardo.

Tabla 9. Censo vehicular en Av. José Pardo.

| Día de la Semana. | | Martes 23/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 1.1 | AI | 185 | 190 | 185 |
| 1.2 | AH | 150 | 160 | 153 |
| 1.3 | Palmeras | 189 | 155 | 221 |
| 1.4 | 222 | 112 | 120 | 117 |
| 1.5 | 1 | 39 | 43 | 60 |
| 1.6 | A | 68 | 70 | 62 |
| 1.7 | 2 | 28 | 30 | 29 |
| 1.8 | A1 | 85 | 111 | 99 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Censo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Miércoles 24/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 1.1 | AI | 168 | 185 | 289 |
| 1.2 | AH | 140 | 150 | 172 |
| 1.3 | Palmeras | 198 | 192 | 201 |
| 1.4 | 222 | 99 | 129 | 132 |
| 1.5 | 1 | 35 | 52 | 49 |
| 1.6 | A | 60 | 65 | 63 |
| 1.7 | 2 | 19 | 28 | 18 |
| 1.8 | A1 | 72 | 98 | 62 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Censo vehicular en Av. José Pardo.

| Día de la Semana. | | Martes 23/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 1.1 | AI | 268 | 252 | 425 |
| 1.2 | AH | 110 | 88 | 113 |
| 1.3 | Palmeras | 169 | 178 | 164 |
| 1.4 | 222 | 129 | 134 | 92 |
| 1.5 | 1 | 47 | 66 | 55 |
| 1.6 | A | 87 | 67 | 58 |
| 1.7 | 2 | 33 | 43 | 18 |
| 1.8 | A1 | 95 | 109 | 83 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Censo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Miércoles 24/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 1.1 | AI | 143 | 168 | 188 |
| 1.2 | AH | 125 | 143 | 183 |
| 1.3 | Palmeras | 150 | 185 | 198 |
| 1.4 | 222 | 85 | 124 | 126 |
| 1.5 | 1 | 53 | 48 | 57 |
| 1.6 | A | 43 | 62 | 72 |
| 1.7 | 2 | 15 | 30 | 23 |
| 1.8 | A1 | 80 | 108 | 72 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Conteo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Jueves 25/01/2018 | | |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 1.1 | AI | 163 | 180 | 168 |
| 1.2 | AH | 148 | 170 | 150 |
| 1.3 | Palmeras | 198 | 205 | 195 |
| 1.4 | 222 | 98 | 92 | 101 |
| 1.5 | 1 | 35 | 42 | 40 |
| 1.6 | A | 63 | 70 | 58 |
| 1.7 | 2 | 23 | 20 | 18 |
| 1.8 | A1 | 69 | 75 | 72 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Conteo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Viernes 26/01/2018 | | |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 1.1 | AI | 170 | 172 | 169 |
| 1.2 | AH | 143 | 158 | 140 |
| 1.3 | Palmeras | 198 | 210 | 196 |
| 1.4 | 222 | 94 | 100 | 92 |
| 1.5 | 1 | 45 | 53 | 47 |
| 1.6 | A | 54 | 61 | 58 |
| 1.7 | 2 | 40 | 46 | 32 |
| 1.8 | A1 | 78 | 102 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Conteo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Lunes 29/01/2018 | | |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 1.1 | AI | 190 | 205 | 168 |
| 1.2 | AH | 140 | 179 | 159 |
| 1.3 | Palmeras | 170 | 195 | 190 |
| 1.4 | 222 | 96 | 120 | 96 |
| 1.5 | 1 | 35 | 43 | 47 |
| 1.6 | A | 60 | 70 | 58 |
| 1.7 | 2 | 19 | 30 | 32 |
| 1.8 | A1 | 72 | 111 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Conteo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Jueves 25/01/2018 | | |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 1.1 | AI | 206 | 169 | 235 |
| 1.2 | AH | 90 | 70 | 166 |
| 1.3 | Palmeras | 175 | 138 | 208 |
| 1.4 | 222 | 107 | 102 | 106 |
| 1.5 | 1 | 38 | 41 | 48 |
| 1.6 | A | 56 | 58 | 68 |
| 1.7 | 2 | 68 | 73 | 16 |
| 1.8 | A1 | 77 | 77 | 82 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Conteo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Viernes 26/01/2018 | | |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 1.1 | AI | 162 | 187 | 167 |
| 1.2 | AH | 141 | 195 | 150 |
| 1.3 | Palmeras | 178 | 205 | 185 |
| 1.4 | 222 | 84 | 112 | 83 |
| 1.5 | 1 | 43 | 50 | 53 |
| 1.6 | A | 62 | 57 | 63 |
| 1.7 | 2 | 52 | 53 | 37 |
| 1.8 | A1 | 73 | 108 | 93 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Conteo vehicular en Av. José Pardo

| Día de la Semana. | | Lunes 29/01/2018 | | |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 1.1 | AI | 170 | 180 | 183 |
| 1.2 | AH | 143 | 150 | 166 |
| 1.3 | Palmeras | 200 | 191 | 201 |
| 1.4 | 222 | 94 | 92 | 117 |
| 1.5 | 1 | 45 | 42 | 59 |
| 1.6 | A | 54 | 70 | 62 |
| 1.7 | 2 | 40 | 20 | 29 |
| 1.8 | A1 | 78 | 75 | 99 |

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2. Censo de población vehicular en la Av. Enrique Meiggs.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos de nuestro censo hecho en la Av. Enrique Meiggs en los horarios ya establecidos anteriormente.

Tabla 19 al 28 – Censo Vehicular en la Av. Enrique Meiggs.

Tabla 19. Censo vehicular en Av. Enrique Meiggs.

| Día de la Semana. | | Martes 23/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 2.1 | N | 76 | 96 | 75 |
| 2.2 | 242 | 104 | 342 | 127 |
| 2.3 | 99 | 12 | 6 | 3 |
| 2.4 | 70 | 26 | 36 | 38 |
| 2.5 | P | 173 | 223 | 168 |
| 2.6 | 3 | 10 | 22 | 19 |
| 2.7 | 50 | 88 | 101 | 81 |
| 2.8 | 5 | 27 | 22 | 17 |
| 2.9 | 25 | 5 | 8 | 13 |
| 2.10 | 99 | 7 | 9 | 9 |
| 2.11 | 73 | 22 | 18 | 11 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Censo vehicular en Av. Enrique Meiggs.

| Día de la Semana. | | Martes 23/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 2.1 | N | 43 | 65 | 51 |
| 2.2 | 242 | 173 | 300 | 182 |
| 2.3 | 99 | 17 | 21 | 12 |
| 2.4 | 70 | 41 | 59 | 45 |
| 2.5 | P | 141 | 385 | 217 |
| 2.6 | 3 | 6 | 16 | 11 |
| 2.7 | 50 | 100 | 128 | 113 |
| 2.8 | 5 | 20 | 35 | 24 |
| 2.9 | 25 | 14 | 24 | 21 |
| 2.10 | 99 | 21 | 15 | 23 |
| 2.11 | 73 | 32 | 24 | 17 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Censo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Miércoles 24/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 2.1 | N | 117 | 80 | 50 |
| 2.2 | 242 | 180 | 110 | 112 |
| 2.3 | 99 | 6 | 4 | 3 |
| 2.4 | 70 | 41 | 28 | 27 |
| 2.5 | P | 230 | 210 | 151 |
| 2.6 | 3 | 20 | 27 | 22 |
| 2.7 | 50 | 83 | 58 | 56 |
| 2.8 | 5 | 30 | 25 | 18 |
| 2.9 | 25 | 4 | 10 | 7 |
| 2.10 | 99 | 19 | 22 | 11 |
| 2.11 | 73 | 26 | 17 | 12 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Censo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Miércoles 24/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 2.1 | N | 46 | 60 | 52 |
| 2.2 | 242 | 178 | 394 | 183 |
| 2.3 | 99 | 13 | 21 | 18 |
| 2.4 | 70 | 43 | 54 | 49 |
| 2.5 | P | 147 | 378 | 216 |
| 2.6 | 3 | 13 | 9 | 29 |
| 2.7 | 50 | 108 | 123 | 115 |
| 2.8 | 5 | 22 | 32 | 29 |
| 2.9 | 25 | 15 | 24 | 23 |
| 2.10 | 99 | 24 | 18 | 20 |
| 2.11 | 73 | 32 | 24 | 17 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Conteo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Jueves 25/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 2.1 | N | 111 | 95 | 37 |
| 2.2 | 242 | 127 | 157 | 54 |
| 2.3 | 99 | 1 | 1 | 2 |
| 2.4 | 70 | 35 | 35 | 17 |
| 2.5 | P | 215 | 231 | 106 |
| 2.6 | 3 | 26 | 24 | 20 |
| 2.7 | 50 | 100 | 82 | 46 |
| 2.8 | 5 | 13 | 20 | 11 |
| 2.9 | 25 | 10 | 13 | 7 |
| 2.10 | 99 | 28 | 19 | 8 |
| 2.11 | 73 | 18 | 14 | 20 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Conteo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Viernes 26/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 2.1 | N | 80 | 100 | 90 |
| 2.2 | 242 | 129 | 196 | 127 |
| 2.3 | 99 | 12 | 17 | 8 |
| 2.4 | 70 | 54 | 42 | 55 |
| 2.5 | P | 175 | 240 | 175 |
| 2.6 | 3 | 28 | 34 | 17 |
| 2.7 | 50 | 90 | 120 | 97 |
| 2.8 | 5 | 23 | 29 | 22 |
| 2.9 | 25 | 22 | 13 | 18 |
| 2.10 | 99 | 21 | 17 | 14 |
| 2.11 | 73 | 43 | 28 | 22 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Conteo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Jueves 25/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 2.1 | N | 46 | 51 | 49 |
| 2.2 | 242 | 183 | 393 | 172 |
| 2.3 | 99 | 12 | 19 | 16 |
| 2.4 | 70 | 40 | 49 | 43 |
| 2.5 | P | 251 | 382 | 256 |
| 2.6 | 3 | 18 | 17 | 12 |
| 2.7 | 50 | 105 | 108 | 105 |
| 2.8 | 5 | 20 | 23 | 22 |
| 2.9 | 25 | 14 | 15 | 16 |
| 2.10 | 99 | 24 | 30 | 26 |
| 2.11 | 73 | 21 | 25 | 23 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Conteo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Viernes 26/01/2019 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 2.1 | N | 55 | 63 | 57 |
| 2.2 | 242 | 178 | 193 | 182 |
| 2.3 | 99 | 13 | 18 | 15 |
| 2.4 | 70 | 43 | 52 | 45 |
| 2.5 | P | 256 | 362 | 251 |
| 2.6 | 3 | 13 | 19 | 18 |
| 2.7 | 50 | 104 | 108 | 101 |
| 2.8 | 5 | 22 | 28 | 24 |
| 2.9 | 25 | 15 | 24 | 18 |
| 2.10 | 99 | 22 | 31 | 29 |
| 2.11 | 73 | 21 | 31 | 26 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Conteo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Lunes 29/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 |
| 2.1 | N | 55 | 90 | 47 |
| 2.2 | 242 | 178 | 499 | 185 |
| 2.3 | 99 | 19 | 16 | 15 |
| 2.4 | 70 | 43 | 49 | 45 |
| 2.5 | P | 256 | 271 | 251 |
| 2.6 | 3 | 17 | 11 | 13 |
| 2.7 | 50 | 104 | 108 | 101 |
| 2.8 | 5 | 22 | 23 | 24 |
| 2.9 | 25 | 15 | 15 | 18 |
| 2.10 | 99 | 22 | 30 | 29 |
| 2.11 | 73 | 21 | 25 | 26 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Conteo vehicular en Av. Enrique Meiggs

| Día de la Semana. | | Lunes 29/01/2018 | | |
|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Ítem | Línea Vehicular | Cantidad Vehicular / Hrs. | | |
| | | 17:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 |
| 2.1 | N | 43 | 60 | 51 |
| 2.2 | 242 | 185 | 235 | 182 |
| 2.3 | 99 | 17 | 21 | 12 |
| 2.4 | 70 | 41 | 54 | 45 |
| 2.5 | P | 147 | 395 | 217 |
| 2.6 | 3 | 11 | 8 | 14 |
| 2.7 | 50 | 100 | 123 | 113 |
| 2.8 | 5 | 20 | 32 | 24 |
| 2.9 | 25 | 14 | 24 | 21 |
| 2.10 | 99 | 21 | 18 | 23 |
| 2.11 | 73 | 32 | 24 | 17 |

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3. Resumen de conteo de población vehicular en las Av. Enrique Meiggs y Av. José Pardo.

Tabla 29. Resumen de conteo de Población Vehicular en la Av. Enrique Meiggs y Av. José Pardo.

| Días Analizados | Horas Punta | Líneas Vehiculares | |
|---|-------------|--------------------|------------|
| | | P | 242 |
| 23/01/2018 | 10:00-13:00 | 223 | 342 |
| | 17:00-20:00 | 385 | 300 |
| 24/01/2018 | 10:00-13:00 | 230 | 180 |
| | 17:00-20:00 | 378 | 394 |
| 25/01/2018 | 10:00-13:00 | 231 | 157 |
| | 17:00-20:00 | 382 | 393 |
| 26/01/2018 | 10:00-13:00 | 240 | 196 |
| | 17:00-20:00 | 362 | 193 |
| 29/01/2018 | 10:00-13:00 | 271 | 499 |
| | 17:00-20:00 | 395 | 235 |
| Promedio de vehículos circulados durante la semana | | 310 | 289 |

Fuente: Elaboración propia.

Resumen 1:

- ✓ En la Av. Enrique Meiggs los días más transitados son los jueves y viernes.
- ✓ Las horas punta donde hay mayor tránsito durante la mañana es de 11:00 - 12:00.
- ✓ Las horas punta donde hay mayor tránsito durante las tardes son de 19:00-20:00.
- ✓ De todas las Líneas vehiculares analizadas en la Av. José Pardo "P" & "242" son las líneas con mayor población vehicular

Tabla 30. Resumen de conteo de población vehicular en la Av. José Pardo

| Días Analizados | Horas Punta | Líneas Vehiculares | | |
|---|----------------|--------------------|------------|------------|
| | | Palmeras | AI | AH |
| 23/01/2018 | 10:00-13:00 | 155 | 190 | 160 |
| | 17:00-20:00 | 169 | 268 | 110 |
| 24/01/2018 | 10:00-13:00 | 201 | 289 | 172 |
| | 17:00-20:00 | 198 | 188 | 183 |
| 25/01/2018 | 10:00-13:00 | 205 | 180 | 170 |
| | 17:00-20:00 | 208 | 235 | 166 |
| 26/01/2018 | 10:00-13:00 | 210 | 172 | 158 |
| | 17:00-20:00 | 205 | 187 | 195 |
| 29/01/2018 | 10:00-13:00 | 195 | 205 | 179 |
| | 17:00-20:00 | 201 | 183 | 166 |
| Promedio de vehículos circulados durante la semana | | 195 | 210 | 166 |

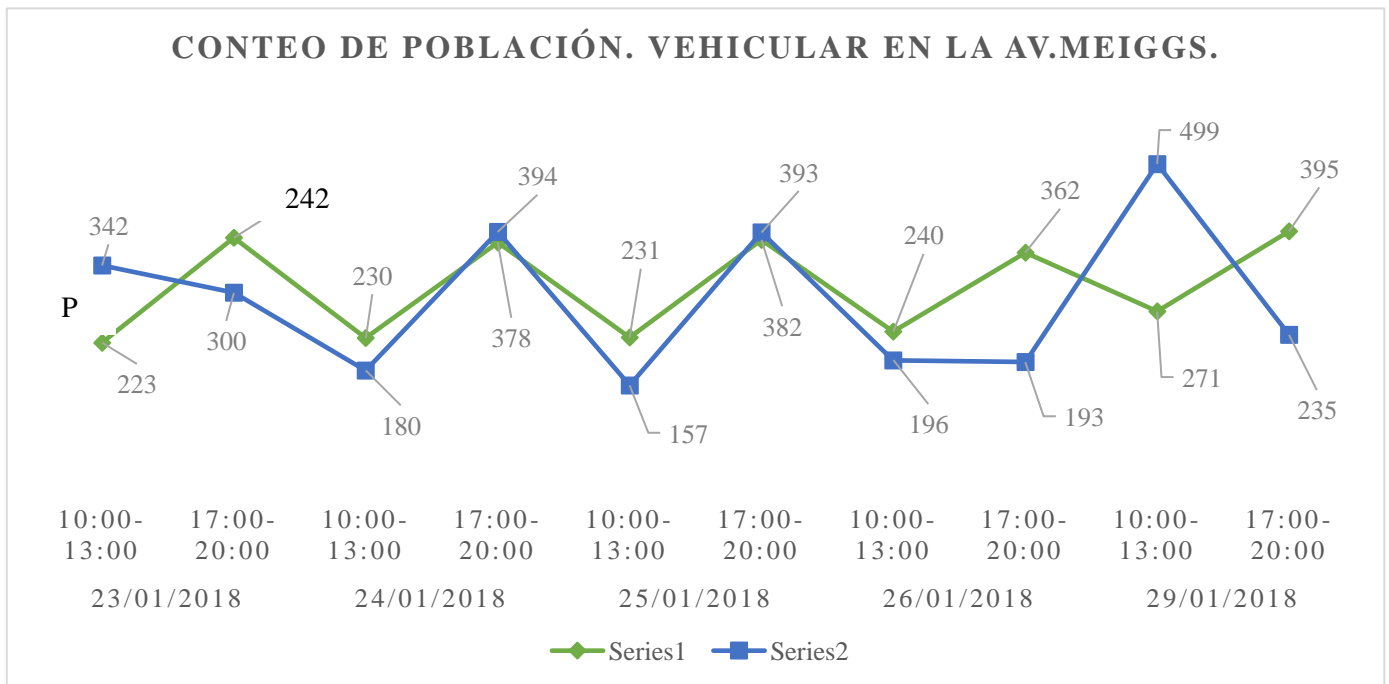
Fuente: Elaboración propia.

Resumen 2:

- ✓ En la Av. José Pardo los días más transitados son los martes y jueves, las horas punta donde hay más tránsito por la mañana son de 10:00 - 13:00 y de 17:00-20:00 por la tarde.
- ✓ De todas las Líneas vehiculares analizadas en la Av. José Pardo "La Palmera", el "AI" & "A1" son las líneas con mayor población vehicular.

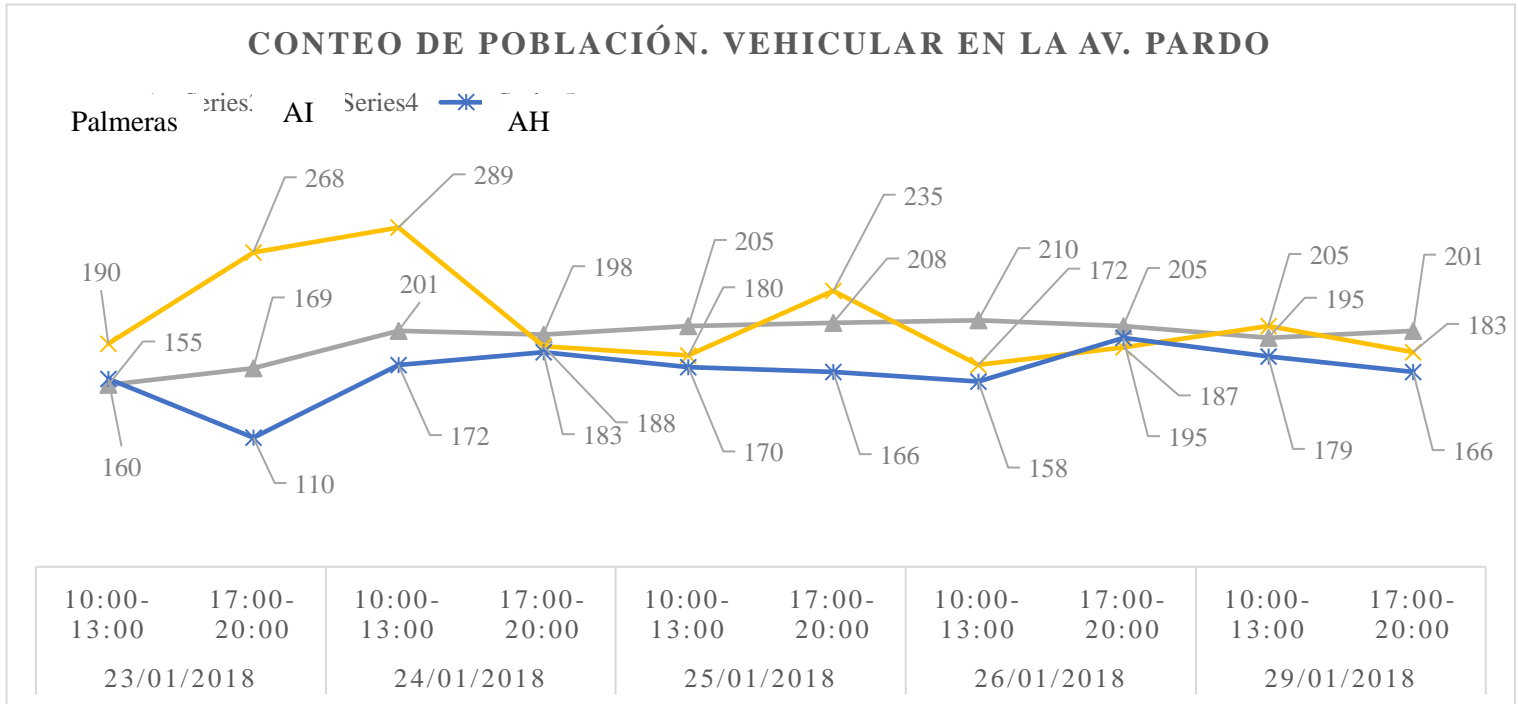
3.8.4. Gráficos para resumen de conteo de población vehicular en las Av. José Pardo y Av. Enrique Meiggs.

Gráfico 5. Cuadro resumen de Conteo de población vehicular en la Av. Enrique Meiggs.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6. Cuadro resumen de Conteo de población vehicular en la Av. José Pardo



Fuente: Elaboración propia.

3.8.5. Balance de Flujo Vehicular:

Tamaño de Muestra:

Población finita:
$$n = \frac{Z^2 * P * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * q}$$

$$n = \frac{(2,24)^2 * 0,5 * 0,5 * N}{0,03^2 * (N - 1) + 2,24^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{1,2544 * N}{0,0009 * (N - 1) + 1,2544}$$

Tabla 31. Cálculo del Tamaño de Muestra.

| | | Líneas | | | Promedio | |
|-------------|------------|-----------------|-----------|--|----------|------------|
| P | 242 | Palmeras | AI | AH | N | |
| 310 | 289 | 195 | 210 | 166 | 234 | |
| Z | P | Q | E | | | n |
| 2,24 | 0,5 | 0,5 | 0,03 | $n = \frac{1,2544 * 234}{0,0009 * (234 - 1) + 1,2544}$ | | 200 |

Fuente: Elaboración propia.

Entonces podemos concluir que nuestro tamaño de la muestra es de 200 vehículos, eso significa que por línea tomaremos 40 autos.

3.9.Determinación de parámetros para medición de gases de combustión vehicular

3.9.1. Longitud de vías y velocidades promedio

Procedemos a distribuir la muestra total de 200 vehículos en 10 tramos o puntos de medición, las cuales serán a una distancia de cada 0,25 km.

Tabla 32

Distribución de longitud de vías y velocidades promedio.

| Tramo | Distancias | Velocidad Promedio |
|---------|-----------------------|--------------------|
| Tramo A | De 0 Km a 0,25 km | 38 km / Hr. |
| Tramo B | De 0,25 Km a 0,5 km | 38 km / Hr. |
| Tramo C | De 0,5 Km a 0,75 km | 38 km / Hr. |
| Tramo D | De 0,75 Km a 1,0 km | 38 km / Hr. |
| Tramo E | De 1,0 Km a 1,25 km | 38 km / Hr. |
| Tramo F | De 1,25 Km a 1,50 km | 38 km / Hr. |
| Tramo G | De 1,50 Km a 1,75 km | 38 km / Hr. |
| Tramo H | De 1,75 Km a 2,0 km | 38 km / Hr. |
| Tramo I | De 2,0 Km a 2,25 km | 38 km / Hr. |
| Tramo J | De 2,25 Km a 2,50 km. | 38 km / Hr. |

Fuente: Elaboración propia.

Designaremos como parámetro a controlar, el número de **placa del vehículo y el modelo del auto.**

CAPÍTULO IV

4. Resultados y Discusiones

4.1 Resultados de mediciones con analizador de gases E1500.

Tabla 33. Resultado de mediciones tramo A (de 0 a 0,25 km.)

TRAMO A: de 0 A 0,25 km.

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|--|----------|-----|-------|-------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Meiggs | | Pardo | | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
| | P | 242 | A1 | AH Palmeras | | | | | | | |
| 1 | X | | | | A70-181 | KIA | Diésel | 1,10 | 550,00 | 0,0550 | 1,1550 |
| 2 | X | | | | A6I-037 | NISSA | Gasolina | 5,30 | 205,00 | 0,0205 | 5,3205 |
| 3 | | | X | | B9C-423 | SUZUKI | Diésel | 9,50 | 500,00 | 0,0500 | 9,5500 |
| 4 | | | | X | H1Q-461 | TOYOTA | Diésel | 11,63 | 350,00 | 0,0350 | 11,6650 |
| 5 | | | | X | A9Y-472 | AUDI | Diésel | 12,00 | 364,00 | 0,0364 | 12,0364 |
| 6 | X | | | | H1R-512 | COROLA | Gasolina | 14,61 | 246,00 | 0,0246 | 14,6346 |
| 7 | X | | | | C6J-098 | SUBARU | Diésel | 5,90 | 187,00 | 0,0187 | 5,9187 |
| 8 | | | X | | H1Y-657 | Fiat Siena | Gasolina | 14,35 | 379,00 | 0,0379 | 14,3879 |
| 9 | | | X | | C8B-124 | Mazda | Diésel | 11,80 | 248,00 | 0,0248 | 11,8248 |
| 10 | | | | X | AAW-259 | HONDA | Gasolina | 7,50 | 222,00 | 0,0222 | 7,5222 |
| 11 | X | | | | D2U-185 | Chevrolet | Gasolina | 2,40 | 167,00 | 0,0167 | 2,4167 |
| 12 | X | | | | DIN-285 | BMW | Diésel | 3,40 | 194,00 | 0,0194 | 3,4194 |
| 13 | | | X | | D5U-451 | Hyundai I20 | Gasolina | 1,38 | 124,00 | 0,0124 | 1,3924 |
| 14 | | | | X | A20-180 | Nissan March | Diésel | 10,41 | 123,00 | 0,0123 | 10,4223 |
| 15 | | | | X | C8B-124 | Hyundai | Gasolina | 2,70 | 111,00 | 0,0111 | 2,7111 |
| 16 | X | | | | FOR-490 | FOR | Gasolina | 1,40 | 246,00 | 0,0246 | 1,4246 |
| 17 | X | | | | D9K-593 | BMW | Diésel | 1,10 | 502,00 | 0,0502 | 1,1502 |
| 18 | | | X | | W2Q-641 | COROLA | Diésel | 3,80 | 640,00 | 0,0640 | 3,8640 |
| 19 | | | X | | ER3-530 | NISSA | Gasolina | 5,50 | 104,00 | 0,0104 | 5,5104 |
| 20 | | | | X | UA1-873 | NISSA | Gasolina | 7,30 | 193,00 | 0,0193 | 7,3193 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO A | | | | | | | | 6,65 | 282,75 | 0,02828 | 6,6823 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Resultado de mediciones tramo B (de 0,25 a 0,5 km.)

TRAMO B: de 0,25 a 0,5 km.

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|--|-------------|-----------|-------------|----------|--------------------------|--------------------|------------------------|---|------------------------------------|----------------|------------------------------------|
| | Gálvez P | 242 A1 | Pardo AH | Palmeras | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) % Vol. |
| 21 | X | | | | D56-531 | SUBARU | Diésel | 1,92 | 93,00 | 0,0093 | 0,1000 |
| 22 | X | | | | Z15-170 | NISSA | Gasolina | 4,11 | 106,00 | 0,0106 | 0,1000 |
| 23 | | X | | | G9A-349 | SUZUKI | Diésel | 4,76 | 135,00 | 0,0135 | 0,1000 |
| 24 | | | X | | B1L-00F | Nissan March | Diésel | 3,01 | 149,00 | 0,0149 | 0,5000 |
| 25 | | | | X | A6Y-170 | SUBARU | Gasolina | 7,57 | 254,00 | 0,0254 | 0,3000 |
| 26 | X | | | | Z1A-605 | SUZUKI | Gasolina | 5,26 | 510,00 | 0,0510 | 0,2000 |
| 27 | X | | | | N7M-473 | TOYOTA | Gasolina | 11,05 | 300,00 | 0,0300 | 0,1000 |
| 28 | | | X | | Q0J-796 | AUDI | Gasolina | 7,40 | 120,00 | 0,0120 | 0,3000 |
| 29 | | X | | | P9K-695 | NISSA | Diésel | 5,00 | 215,00 | 0,0215 | 0,1000 |
| 30 | | | | X | R9I-887 | SUZUKI | Gasolina | 3,00 | 185,00 | 0,0185 | 0,3000 |
| 31 | X | | | | U6F-150 | TOYOTA | Diésel | 1,46 | 145,00 | 0,0145 | 0,1000 |
| 32 | X | | | | C4W-352 | AUDI | Diésel | 4,00 | 197,00 | 0,0197 | 0,2000 |
| 33 | | X | | | Y2B-514 | SUZUKI | Diésel | 6,70 | 325,00 | 0,0325 | 0,1000 |
| 34 | | | X | | B5X-261 | BMW | Gasolina | 8,33 | 502,00 | 0,0502 | 0,3000 |
| 35 | | | | X | X3C-423 | NISSA | Gasolina | 3,33 | 312,00 | 0,0312 | 0,1000 |
| 36 | X | | | | M6N-362 | SUBARU | Diésel | 1,10 | 302,00 | 0,0302 | 0,3000 |
| 37 | X | | | | E2U-534 | NISSA | Gasolina | 8,39 | 125,00 | 0,0125 | 0,3000 |
| 38 | | | X | | W4D-332 | TOYOTA | Diésel | 10,15 | 106,00 | 0,0106 | 0,3000 |
| 39 | | X | | | D3V-413 | AUDI | Gasolina | 7,30 | 85,00 | 0,0085 | 0,1000 |
| 40 | | | | X | F1T-625 | NISSA | Diésel | 1,24 | 164,00 | 0,0164 | 0,1000 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO B | | | | | | | | 5,25 | 216,50 | 0,02165 | 0,2000 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos A y B.

| Ítem | Tramo | Distancia | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|------|---------|---------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| 1 | Tramo A | 0 a 0,25 Km | 6,65 | 282,75 | 0,02828 | 6,6823 |
| 2 | Tramo B | 0,25 a 0,5 Km | 5,25 | 216,50 | 0,02165 | 0,2000 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Resumen de emisiones contaminantes por tramos A, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|---------------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Tramo A | Av. Enrique Meiggs | Diésel | 2,88 | 358,25 | 0,04 | 2,91 |
| | | Gasolina | 5,93 | 216,00 | 0,02 | 5,95 |
| | Av. José Pardo | Diésel | 9,86 | 370,83 | 0,04 | 9,89 |
| | | Gasolina | 6,46 | 188,83 | 0,02 | 6,47 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Resumen de emisiones contaminantes por tramos B, por avenidas, y tipo de combustible

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo B | Av. Enrique Meiggs | Diésel | 2,12 | 184,25 | 0,02 | 0,18 |
| | | Gasolina | 7,20 | 260,25 | 0,03 | 0,18 |
| | Av. José Pardo | Diésel | 5,14 | 182,33 | 0,02 | 0,20 |
| | | Gasolina | 6,16 | 243,00 | 0,02 | 0,23 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos A y B, por avenidas, y tipo de combustible

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo A | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 2,88 | 358,25 | 0,04 | 2,91 |
| | | Gasolina | 5,93 | 216,00 | 0,02 | 5,95 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 9,86 | 370,83 | 0,04 | 9,89 |
| | | Gasolina | 6,46 | 188,83 | 0,02 | 6,47 |
| Tramo B | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 2,12 | 184,25 | 0,02 | 0,18 |
| | | Gasolina | 7,20 | 260,25 | 0,03 | 0,18 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 5,14 | 182,33 | 0,02 | 0,20 |
| | | Gasolina | 6,16 | 243,00 | 0,02 | 0,23 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Punto 1 (Tramo A y B), por avenidas, y tipo de combustible

| | | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) % Vol. |
|---------------|--------------------|---------------------|--|------------------------------|-------------|---------------------------------|
| PUNTO 1 (A-B) | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 5,00 | 542,50 | 0,05 | 3,09 |
| | | Gasolina | 13,13 | 476,25 | 0,05 | 6,12 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 15,00 | 553,17 | 0,06 | 10,09 |
| | | Gasolina | 12,61 | 431,83 | 0,04 | 6,71 |

Fuente: Elaboración propia.

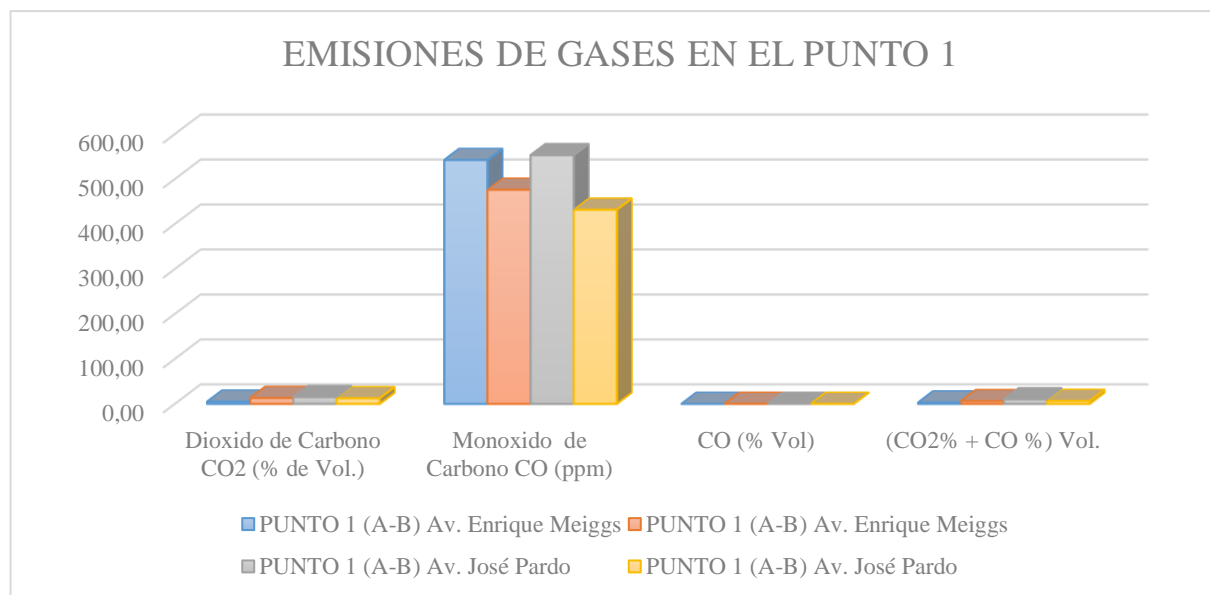


Gráfico7. Emisiones de gases contaminantes en el Punto 1.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Resultados de mediciones de tramo C (de 0,5 a 0,75 Km)

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | | |
|--|----------|-------|----|----|-----------------------|-----------------|---------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|---------|
| | Gálvez | Pardo | | | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (%) Vol. | |
| | P | 242 | A1 | AH | Palmeras | | | | | | | |
| 41 | X | | | | | G0S-716 | TOYOTA | Diesel | 1,15 | 486,00 | 0,0486 | 1,1986 |
| 42 | X | | | | | I2Q-h918 | NISSA | Gasolina | 3,48 | 500,41 | 0,0500 | 3,5300 |
| 43 | | | X | | | V5E-241 | TOYOTA | Gasolina | 11,40 | 350,00 | 0,0350 | 11,4350 |
| 44 | | | | X | | L5O-241 | KIA | Gasolina | 10,30 | 125,00 | 0,0125 | 10,3125 |
| 45 | | | | | X | K4P-153 | SUBARU | Gasolina | 9,40 | 247,00 | 0,0247 | 9,4247 |
| 46 | X | | | | | T7G-069 | SUZUKI | Diesel | 8,70 | 354,00 | 0,0354 | 8,7354 |
| 47 | | X | | | | J3J-029 | TOYOTA | Gasolina | 6,89 | 384,50 | 0,0385 | 6,9285 |
| 48 | | | | X | | H1R-807 | NISSA | Diesel | 6,72 | 125,00 | 0,0125 | 6,7325 |
| 49 | | | X | | | O8L-584 | KIA | Gasolina | 11,49 | 148,00 | 0,0148 | 11,5048 |
| 50 | | | | | X | S8H-978 | TOYOTA | Diesel | 1,70 | 164,00 | 0,0164 | 1,7164 |
| 51 | | X | | | | 1Z6-459 | AUDI | Diesel | 8,51 | 379,00 | 0,0379 | 8,5479 |
| 52 | X | | | | | AA9-111 | BMW | Diesel | 5,55 | 502,60 | 0,0503 | 5,6003 |
| 53 | | | X | | | PP6-171 | TOYOTA | Gasolina | 12,75 | 464,00 | 0,0464 | 12,7964 |
| 54 | | | | X | | 4K1-641 | KIA | Diesel | 2,79 | 248,00 | 0,0248 | 2,8148 |
| 55 | | | | | X | WL3-214 | NISSA | Gasolina | 9,00 | 349,00 | 0,0349 | 9,0349 |
| 56 | X | | | | | FF4-616 | SUBARU | Gasolina | 10,79 | 167,00 | 0,0167 | 10,8067 |
| 57 | | X | | | | VV2-213 | SUZUKI | Gasolina | 4,00 | 205,00 | 0,0205 | 4,0205 |
| 58 | | | | X | | CC7-333 | TOYOTA | Diesel | 10,00 | 451,00 | 0,0451 | 10,0451 |
| 59 | | | X | | | XX4-215 | KIA | Gasolina | 3,00 | 314,00 | 0,0314 | 3,0314 |
| 60 | | | | | X | 8O5-64W | TOYOTA | Diesel | 9,36 | 127,00 | 0,0127 | 9,3727 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO C | | | | | | | | 7,35 | 305 | 0,03045 | 7,3795 | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Resultados de Mediciones de Tramo D (de 0,75 a 10 Km)

| Ítem | AVENIDAS | | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|---|----------|-----|-------|----|----------|-----------------------|-----------------|---------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Gálvez | | Pardo | | | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
| | P | 242 | A1 | AH | Palmeras | | | | | | | |
| 61 | X | | | | | 7N4-73F | KIA | Diesel | 10,79 | 101,00 | 0,0101 | 10,8001 |
| 62 | X | | | | | UU1-212 | NISSA | Gasolina | 1,22 | 212,00 | 0,0212 | 1,2412 |
| 63 | | | X | | | 9P6-518 | TOYOTA | Diesel | 1,59 | 545,00 | 0,0545 | 1,6445 |
| 64 | | | | X | | EE5-555 | TOYOTA | Diesel | 1,34 | 347,00 | 0,0347 | 1,3747 |
| 65 | | | | | X | 6U1-671 | KIA | Diesel | 3,41 | 371,00 | 0,0371 | 3,4471 |
| 66 | X | | | | | 7T0-190 | SUBARU | Gasolina | 1,16 | 279,00 | 0,0279 | 1,1879 |
| 67 | X | | | | | YY5-21S | SUZUKI | Diesel | 2,50 | 234,00 | 0,0234 | 2,5234 |
| 68 | | | | X | | 8S9-289 | NISSA | Gasolina | 2,21 | 238,00 | 0,0238 | 2,2338 |
| 69 | | | X | | | TT0-211 | TOYOTA | Diesel | 3,00 | 173,00 | 0,0173 | 3,0173 |
| 70 | | | | | X | 4W3-154 | KIA | Gasolina | 2,00 | 267,00 | 0,0267 | 2,0267 |
| 71 | X | | | | | 3X4-436 | KIA | Diesel | 7,73 | 124,00 | 0,0124 | 7,7424 |
| 72 | X | | | | | DD6-444 | SUBARU | Gasolina | 3,40 | 497,00 | 0,0497 | 3,4497 |
| 73 | | | X | | | II1-9T9 | SUZUKI | Gasolina | 5,00 | 359,00 | 0,0359 | 5,0359 |
| 74 | | | | X | | 6M3-82T | NISSA | Gasolina | 12,42 | 348,00 | 0,0348 | 12,4548 |
| 75 | | | | | X | 9R8-475 | KIA | Diesel | 8,85 | 463,00 | 0,0463 | 8,8963 |
| 76 | X | | | | | SS9-191 | TOYOTA | Gasolina | 11,17 | 507,00 | 0,0507 | 11,2207 |
| 77 | X | | | | | 0Q7-364 | AUDI | Gasolina | 6,00 | 482,00 | 0,0482 | 6,0482 |
| 78 | | | | X | | 5V2-201 | BMW | Diesel | 10,13 | 379,00 | 0,0379 | 10,1679 |
| 79 | | | X | | | 2Y5-846 | NISSA | Gasolina | 9,41 | 148,00 | 0,0148 | 9,4248 |
| 80 | | | | | X | QQ7-685 | KIA | Gasolina | 11,01 | 407,00 | 0,0407 | 11,0507 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO D | | | | | | | | | 5,72 | 324 | 0,03241 | 5,7494 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Tramos C y D

| Ítem | Tramo | Distancia | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|------|---------|---------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| 3 | Tramo C | 0,5 a 0,75 Km | 7,35 | 304,53 | 0,03045 | 7,3795 |
| 4 | Tramo D | 0,75 a 1,0 Km | 5,72 | 324,05 | 0,03241 | 5,7494 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Resumen de emisiones contaminantes por tramos C, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|----------------|----------------|---------------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Tramo C | Av. Enrique | Diesel | 5,98 | 430,40 | 0,04 | 6,02 |
| | Meiggs | Gasolina | 6,29 | 314,23 | 0,03 | 6,32 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 6,11 | 223,00 | 0,02 | 6,14 |
| | | Gasolina | 9,62 | 285,29 | 0,03 | 9,65 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44. Resumen de emisiones contaminantes por tramos D, por avenidas, y tipo de combustible

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|----------------|----------------|---------------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Tramo D | Av. Enrique | Diesel | 7,01 | 153,00 | 0,02 | 7,02 |
| | Meiggs | Gasolina | 4,59 | 395,40 | 0,04 | 4,63 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 4,72 | 379,67 | 0,04 | 4,76 |
| | | Gasolina | 7,01 | 294,50 | 0,03 | 7,04 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos C y D, por avenidas, y tipo de combustible

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (%) Vol. |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo C | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 5,98 | 430,40 | 0,04 | 6,02 |
| | | Gasolina | 6,29 | 314,23 | 0,03 | 6,32 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 6,11 | 223,00 | 0,02 | 6,14 |
| | | Gasolina | 9,62 | 285,29 | 0,03 | 9,65 |
| Tramo D | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 7,01 | 153,00 | 0,02 | 7,02 |
| | | Gasolina | 4,59 | 395,40 | 0,04 | 4,63 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 4,72 | 379,67 | 0,04 | 4,76 |
| | | Gasolina | 7,01 | 294,50 | 0,03 | 7,04 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Punto 2 (Tramo C y D), por avenidas, y tipo de combustible

| | | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (%) Vol. |
|----------------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| PUNTO 2 (C-D) | Av. Enrique Meiggs | Gasolina | 10,88 | 709,63 | 0,07 | 10,95 |
| | | Diesel | 10,83 | 602,67 | 0,06 | 10,89 |
| | Av. José Pardo | Gasolina | 16,63 | 579,79 | 0,06 | 16,69 |

Fuente: Elaboración propia.

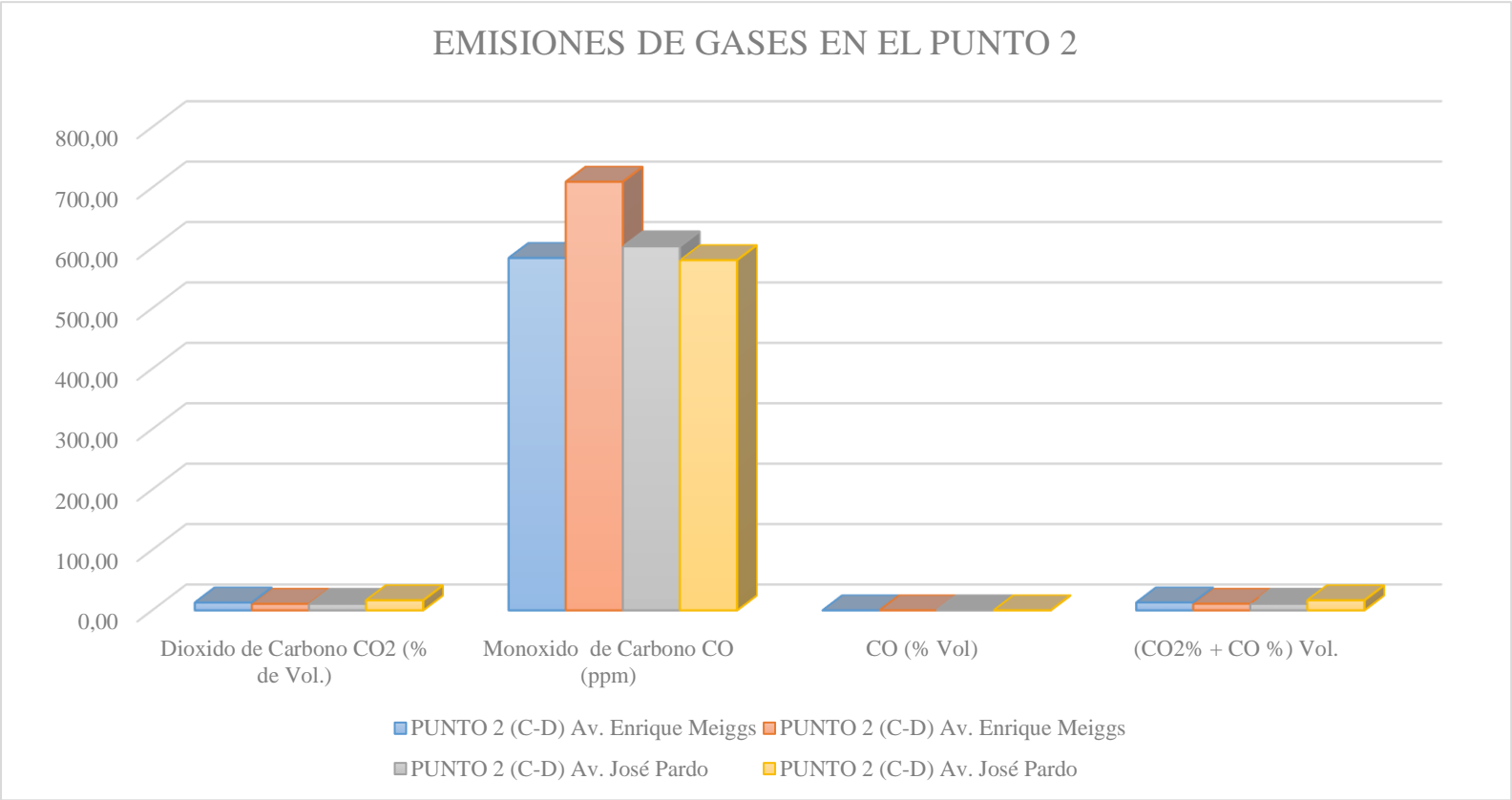


Gráfico 8. Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 2.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Resultados de Mediciones de Tramo E (de 1,0 a 1,25 Km)

TRAMO E: de 1,0 A 1,25 Km

| Ítem | AVENIDAS | | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|--|----------|-----|-------|----|----------|-----------------------|-----------------|---------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Gálvez | | Pardo | | | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
| | P | 242 | A1 | AH | Palmeras | | | | | | | |
| 81 | | X | | | | J30-383 | SUZUKI | Diesel | 5,40 | 511,00 | 0,0511 | 5,4511 |
| 82 | X | | | | | NN4-151 | SUZUKI | Gasolina | 11,10 | 157,00 | 0,0157 | 11,1157 |
| 83 | | | X | | | 2I1- 243 | KIA | Diesel | 7,00 | 164,00 | 0,0164 | 7,0164 |
| 84 | | | | X | | DG5-628 | NISSA | Gasolina | 5,00 | 249,00 | 0,0249 | 5,0249 |
| 85 | | | | | X | 0Q4-F47 | KIA | Gasolina | 6,00 | 267,00 | 0,0267 | 6,0267 |
| 86 | X | | | | | 8X0-30T | KIA | Gasolina | 3,00 | 348,00 | 0,0348 | 3,0348 |
| 87 | | X | | | | KK1-121 | NISSA | Gasolina | 4,00 | 361,00 | 0,0361 | 4,0361 |
| 88 | | | | X | | 5L2-91K | KIA | Gasolina | 9,74 | 299,00 | 0,0299 | 9,7699 |
| 89 | | | X | | | 2W3-8R6 | SUBARU | Gasolina | 7,00 | 394,00 | 0,0394 | 7,0394 |
| 90 | | | | | X | QA2-685 | SUZUKI | Diesel | 5,00 | 248,00 | 0,0248 | 5,0248 |
| 91 | | X | | | | UT3-105 | NISSA | Gasolina | 3,46 | 376,00 | 0,0376 | 3,4976 |
| 92 | X | | | | | 1H2-601 | KIA | Diesel | 11,46 | 349,00 | 0,0349 | 11,4949 |
| 93 | | | X | | | ABC-116 | SUZUKI | Diesel | 1,49 | 192,00 | 0,0192 | 1,5092 |
| 94 | | | | X | | DIN-127 | TOYOTA | Diesel | 10,18 | 193,00 | 0,0193 | 10,2033 |
| 95 | | | | | X | ORA-139 | NISSA | Gasolina | 10,15 | 197,00 | 0,0197 | 10,1742 |
| 96 | X | | | | | DGO-509 | KIA | Diesel | 11,65 | 95,00 | 0,0095 | 11,6555 |
| 97 | | X | | | | TAQ-421 | TOYOTA | Diesel | 15,55 | 377,00 | 0,0377 | 15,5842 |
| 98 | | | | X | | BB8-222 | TOYOTA | Diesel | 16,94 | 333,00 | 0,0333 | 16,9733 |
| 99 | | | X | | | HIR-318 | NISSA | Diesel | 14,50 | 312,00 | 0,0312 | 14,5297 |
| 100 | | | | | X | SAT-C09 | TOYOTA | Gasolina | 5,49 | 451,00 | 0,0451 | 5,5397 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO E | | | | | | | | | 8,21 | 294 | 0,02937 | 8,2351 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Resultados de Mediciones de Tramo F (de 1,25 a 1,5 Km)

| Ítem | AVENIDAS | | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|--|----------|-----|-------|----|----------|-----------------------|-----------------|---------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Gálvez | | Pardo | | | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (%) Vol. |
| | P | 242 | A1 | AH | Palmeras | | | | | | | |
| 101 | | X | | | | 3C7-312 | KIA | Diesel | 4,54 | 348,00 | 0,0348 | 4,5765 |
| 102 | X | | | | | ARG-148 | TOYOTA | Diesel | 9,17 | 346,00 | 0,0346 | 9,2001 |
| 103 | | | X | | | QUI-401 | TOYOTA | Gasolina | 7,17 | 249,00 | 0,0249 | 7,1903 |
| 104 | | | | X | | JAS-065 | NISSA | Diesel | 5,00 | 149,46 | 0,0149 | 5,0149 |
| 105 | | | | | X | PAM-198 | TOYOTA | Gasolina | 5,16 | 179,65 | 0,0180 | 5,1826 |
| 106 | X | | | | | UTP-252 | TOYOTA | Gasolina | 6,16 | 100,00 | 0,0100 | 6,1740 |
| 107 | | X | | | | INO-410 | KIA | Diesel | 4,65 | 150,00 | 0,0150 | 4,6644 |
| 108 | | | | X | | 5D6-351 | SUBARU | Diesel | 1,49 | 246,00 | 0,0246 | 1,5193 |
| 109 | | | X | | | MIN-307 | SUZUKI | Gasolina | 2,65 | 279,00 | 0,0279 | 2,6828 |
| 110 | | | | | X | 0G3-941 | NISSA | Gasolina | 4,16 | 349,00 | 0,0349 | 4,1939 |
| 111 | | X | | | | MEA-0E9 | TOYOTA | Gasolina | 6,94 | 457,49 | 0,0457 | 6,9897 |
| 112 | X | | | | | USV-1K1 | TOYOTA | Gasolina | 10,65 | 105,65 | 0,0106 | 10,6652 |
| 113 | | | X | | | JUP-B08 | KIA | Diesel | 11,99 | 431,46 | 0,0431 | 12,0305 |
| 114 | | | | X | | 7E5-306 | TOYOTA | Diesel | 12,65 | 513,95 | 0,0514 | 12,7060 |
| 115 | | | | | X | MAR-175 | TOYOTA | Gasolina | 14,98 | 123,00 | 0,0123 | 14,9970 |
| 116 | X | | | | | CAR-0T4 | NISSA | Diesel | 13,88 | 375,00 | 0,0375 | 13,9170 |
| 117 | | X | | | | SOL-0G7 | SUBARU | Gasolina | 12,89 | 416,00 | 0,0416 | 12,9362 |
| 118 | | | | X | | 9F4-11H | SUZUKI | Diesel | 10,85 | 371,00 | 0,0371 | 10,8916 |
| 119 | | | X | | | LLA-347 | NISSA | Gasolina | 9,49 | 238,00 | 0,0238 | 9,5185 |
| 120 | | | | | X | CUH-4I3 | TOYOTA | Diesel | 9,15 | 456,00 | 0,0456 | 9,1972 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO F | | | | | | | | | 8,18 | 294 | 0,02942 | 8,2124 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Resultados de Mediciones de Tramo G (de 1,5 a 1,75 Km)

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | | | |
|--|----------|-------|----|----|-----------------------|-----------------|------------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|---------|
| | Gálvez | Pardo | | | Nº Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) | |
| | P | 242 | A1 | AH | Palmeras | | | | | | | |
| 121 | X | | | | | 1B8-246 | TOYOTA | Gasolina | 18,70 | 325,00 | 0,0325 | 18,7325 |
| 122 | X | | | | | URA-D15 | NISSA | Diesel | 15,16 | 428,00 | 0,0428 | 15,2074 |
| 123 | | | X | | | RAE-291 | SUBARU | Diesel | 13,46 | 197,00 | 0,0197 | 13,4761 |
| 124 | | | | X | | NEP-0F8 | SUZUKI | Gasolina | 11,44 | 351,00 | 0,0351 | 11,4751 |
| 125 | | | | | X | CES-387 | KIA | Gasolina | 9,17 | 479,00 | 0,0479 | 9,2133 |
| 126 | X | | | | | 2A9-291 | TOYOTA | Gasolina | 7,15 | 124,00 | 0,0124 | 7,1670 |
| 127 | X | | | | | SAR-374 | TOYOTA | Gasolina | 6,55 | 173,00 | 0,0173 | 6,5634 |
| 128 | | | | X | | MA6-A07 | NISSA | Diesel | 12,55 | 423,00 | 0,0423 | 12,5879 |
| 129 | | | X | | | PER-157 | KIA | Gasolina | 14,84 | 418,00 | 0,0418 | 14,8850 |
| 130 | | | | | X | ALL-166 | TOYOTA | Diesel | 16,55 | 223,00 | 0,0223 | 16,5689 |
| 131 | X | | | | | CAT-498 | SUBARU | Gasolina | 8,64 | 246,00 | 0,0246 | 8,6659 |
| 132 | X | | | | | CUT-487 | SUZUKI | Diesel | 7,65 | 454,00 | 0,0454 | 7,6997 |
| 133 | | | X | | | NAX-476 | TOYOTA | Diesel | 8,56 | 130,00 | 0,0130 | 8,5776 |
| 134 | | | | X | | NOL-0R6 | NISSA | Diesel | 6,64 | 248,00 | 0,0248 | 6,6665 |
| 135 | | | | | X | LUC-189 | KIA | Diesel | 10,54 | 243,00 | 0,0243 | 10,5656 |
| 136 | X | | | | | ZZ6-264 | TOYOTA | Gasolina | 14,65 | 192,00 | 0,0192 | 14,6735 |
| 137 | X | | | | | EST-207 | AUDI | Diesel | 12,17 | 337,00 | 0,0337 | 12,1992 |
| 138 | | | | X | | CHI-4U5 | BMW | Diesel | 11,16 | 333,00 | 0,0333 | 11,1899 |
| 139 | | | X | | | RRO-329 | NISSA | Gasolina | 9,55 | 466,00 | 0,0466 | 9,5931 |
| 140 | | | | | X | FUT-317 | TOYOTA | Diesel | 7,55 | 241,00 | 0,0241 | 7,5705 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO G | | | | | | | | 11,13 | 302 | 0,03016 | 11,1639 | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Tramos E, F y G.

| Ítem | Tramo | Distancia | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|------|---------|----------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| 5 | Tramo E | 1,0 a 1,25 Km | 8,21 | 293,65 | 0,02937 | 8,2351 |
| 6 | Tramo F | 1,25 a 1,50 Km | 8,18 | 294,18 | 0,02942 | 8,2124 |
| 7 | Tramo G | 1,50 a 1,75 Km | 11,13 | 301,55 | 0,03016 | 11,1639 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51. Resumen de emisiones contaminantes por tramos E, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|---------------------|--|------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Tramo E | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,01 | 333,00 | 0,03 | 11,05 |
| | | Gasolina | 5,39 | 310,50 | 0,03 | 5,42 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 9,19 | 240,33 | 0,02 | 9,21 |
| | | Gasolina | 7,23 | 309,50 | 0,03 | 7,26 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52. Resumen de emisiones contaminantes por tramos F, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo F | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 8,06 | 304,75 | 0,03 | 8,09 |
| | | Gasolina | 10,55 | 268,53 | 0,03 | 10,58 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 8,52 | 361,31 | 0,04 | 8,56 |
| | | Gasolina | 7,27 | 236,28 | 0,02 | 7,29 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53. Resumen de emisiones contaminantes por tramos G, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|----------------|---------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo G | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,66 | 406,33 | 0,04 | 11,70 |
| | | Gasolina | 11,14 | 212,00 | 0,02 | 11,16 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 10,87 | 254,75 | 0,03 | 10,90 |
| | | Gasolina | 11,25 | 428,50 | 0,04 | 11,29 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos E, F, G, por avenidas, y tipo de combustible

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo E | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,01 | 153,00 | 0,02 | 7,02 |
| | | Gasolina | 4,59 | 395,40 | 0,04 | 4,63 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 4,72 | 379,67 | 0,04 | 4,76 |
| | | Gasolina | 7,01 | 294,50 | 0,03 | 7,04 |
| Tramo F | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 8,06 | 304,75 | 0,03 | 8,09 |
| | | Gasolina | 10,55 | 268,53 | 0,03 | 10,58 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 8,52 | 361,31 | 0,04 | 8,56 |
| | | Gasolina | 7,77 | 236,28 | 0,02 | 7,29 |
| Tramo G | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,66 | 406,33 | 0,04 | 11,70 |
| | | Gasolina | 11,14 | 212,00 | 0,02 | 11,16 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 10,87 | 254,75 | 0,03 | 10,90 |
| | | Gasolina | 11,25 | 428,50 | 0,04 | 11,29 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Punto 3 (Tramo E, F, G), por avenidas, y tipo de combustible

| | | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|------------------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Punto 3 (E-F-G) | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 30,73 | 864,08 | 0,09 | 26,81 |
| | | Gasolina | 26,28 | 875,93 | 0,09 | 26,37 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 24,12 | 995,73 | 0,10 | 24,22 |
| | | Gasolina | 25,53 | 959,28 | 0,10 | 25,62 |

Fuente: Elaboración propia.

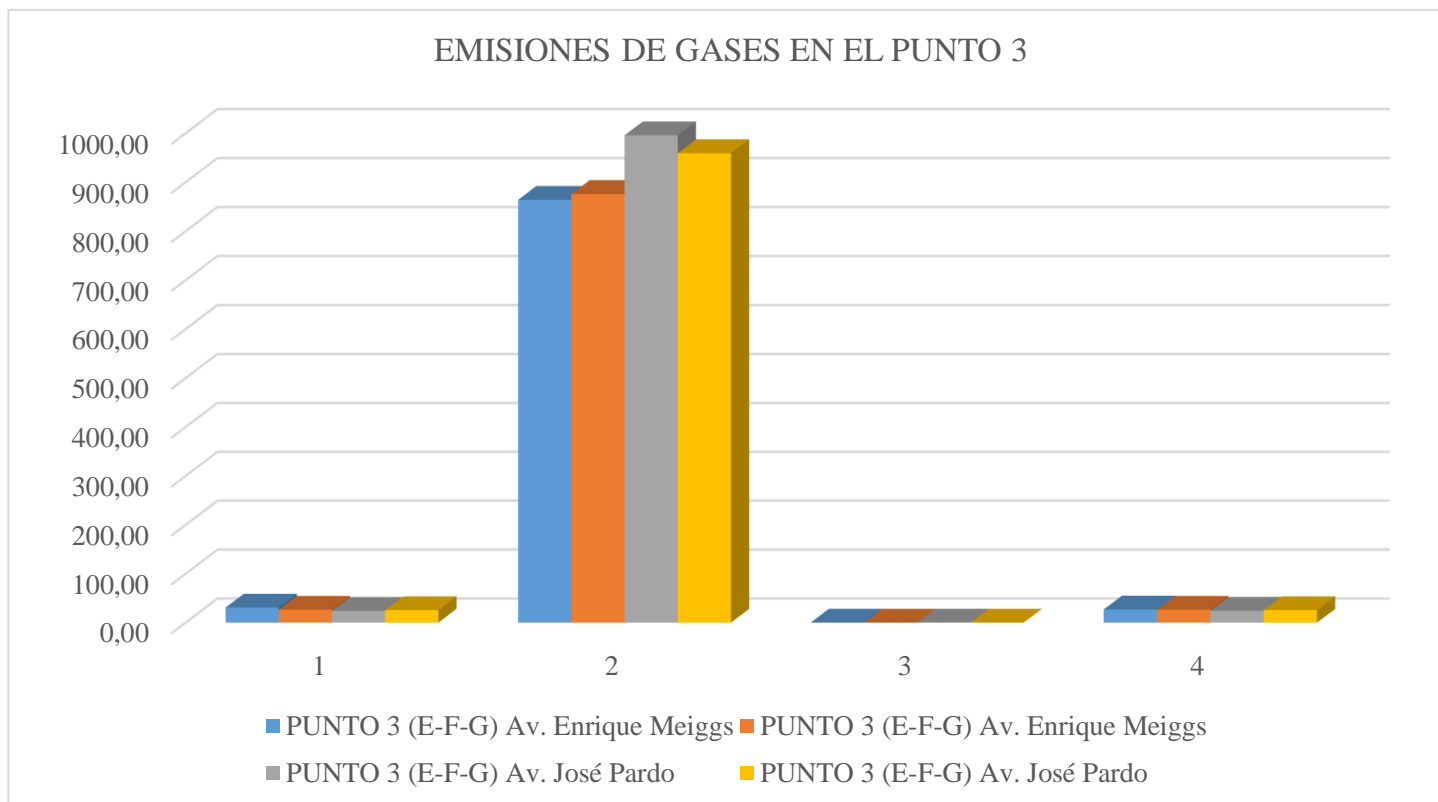


Gráfico 9. Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 3.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Resultados de Mediciones de Tramo H (de 1,75 a 2,0 Km)

TRAMO H: de 1,75 A 2,0 Km

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|---|-------------|-----------|-------------|----------|--------------------------|-----------------|------------------------|---|------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| | Gálvez P | 242 A1 | Pardo AH | Palmeras | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) % Vol. |
| 141 | X | | | | EDU-216 | TOYOTA | Gasolina | 18,32 | 243,00 | 0,0243 | 18,3408 |
| 142 | X | | | | ARD-795 | NISSA | Diesel | 17,64 | 359,00 | 0,0359 | 17,6775 |
| 143 | | X | | | LU9-H83 | KIA | Diesel | 16,89 | 155,00 | 0,0155 | 16,9101 |
| 144 | | | X | | RR8-181 | TOYOTA | Diesel | 15,64 | 145,00 | 0,0145 | 15,6577 |
| 145 | | | | X | C7U-392 | TOYOTA | Diesel | 12,46 | 222,00 | 0,0222 | 12,4868 |
| 146 | X | | | | CR7-X1X | KIA | Gasolina | 9,42 | 372,00 | 0,0372 | 9,4532 |
| 147 | X | | | | SHP-28J | TOYOTA | Gasolina | 8,93 | 361,00 | 0,0361 | 8,9704 |
| 148 | | | X | | COS-296 | NISSA | Gasolina | 7,18 | 460,00 | 0,0460 | 7,2293 |
| 149 | | X | | | ZAM-0P5 | TOYOTA | Gasolina | 5,43 | 439,00 | 0,0439 | 5,4762 |
| 150 | | | | X | KAR-657 | KIA | Diesel | 3,68 | 407,00 | 0,0407 | 3,7220 |
| 151 | X | | | | NOR-225 | SUBARU | Diesel | 1,93 | 314,00 | 0,0314 | 1,9617 |
| 152 | X | | | | RYO-0Z1 | SUZUKI | Gasolina | 6,84 | 195,00 | 0,0195 | 6,8595 |
| 153 | | X | | | WIL-0M3 | TOYOTA | Diesel | 1,57 | 482,00 | 0,0482 | 1,6182 |
| 154 | | | X | | ULA-263 | NISSA | Gasolina | 13,34 | 357,00 | 0,0357 | 13,3802 |
| 155 | | | | X | A0B-6W7 | TOYOTA | Diesel | 12,49 | 317,00 | 0,0317 | 12,5263 |
| 156 | X | | | | VV2-213 | TOYOTA | Gasolina | 6,82 | 468,00 | 0,0468 | 6,8668 |
| 157 | X | | | | BAU-S5U | SUBARU | Diesel | 15,65 | 173,00 | 0,0173 | 15,6638 |
| 158 | | | X | | DES-274 | SUZUKI | Gasolina | 10,33 | 177,00 | 0,0177 | 10,3477 |
| 159 | | X | | | NIS-S0A | NISSA | Diesel | 12,08 | 199,00 | 0,0199 | 12,0999 |
| 160 | | | | X | MEL-338 | NISSA | Diesel | 13,83 | 501,00 | 0,0501 | 13,8801 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO H | | | | | | | | 10,52 | 317 | 0,03173 | 10,5564 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57. Resultados de Mediciones de Tramo I (de 2,0 a 2,25 Km)

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|---|----------|-------|----|-------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--|------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Gálve | Pardo | | | Nº Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (% Vol.) |
| | P | 242 | A1 | AH Palmeras | | | | | | | |
| 161 | X | | | | GKJ-467 | TOYOTA | Gasolina | 18,16 | 521,00 | 0,0521 | 18,2167 |
| 162 | X | | | | OO5-161 | NISSA | Diesel | 15,43 | 167,00 | 0,0167 | 15,4483 |
| 163 | | | X | | MO3-356 | TOYOTA | Gasolina | 11,45 | 154,00 | 0,0154 | 11,4698 |
| 164 | | | | X | HRE-861 | TOYOTA | Gasolina | 9,16 | 379,00 | 0,0379 | 9,1939 |
| 165 | | | | X | UPN-234 | NISSA | Gasolina | 10,45 | 304,00 | 0,0304 | 10,4760 |
| 166 | X | | | | ROG-567 | SUBARU | Diesel | 8,16 | 210,00 | 0,0210 | 8,1856 |
| 167 | X | | | | BRF-556 | SUZUKI | Diesel | 6,57 | 371,00 | 0,0371 | 6,6036 |
| 168 | | | | X | RFH-413 | TOYOTA | Gasolina | 3,16 | 413,00 | 0,0413 | 3,2044 |
| 169 | | | X | | MM3-141 | NISSA | Gasolina | 1,17 | 110,00 | 0,0110 | 1,1770 |
| 170 | | | | X | HGS-156 | TOYOTA | Diesel | 10,46 | 545,00 | 0,0545 | 10,5158 |
| 171 | X | | | | ILB-0X2 | TOYOTA | Gasolina | 14,43 | 456,00 | 0,0456 | 14,4773 |
| 172 | X | | | | GEW-33F | TOYOTA | Diesel | 16,41 | 347,00 | 0,0347 | 16,4478 |
| 173 | | | X | | R2T-0N4 | NISSA | Gasolina | 5,54 | 445,00 | 0,0445 | 5,5877 |
| 174 | | | | X | JWE-314 | TOYOTA | Gasolina | 10,62 | 534,00 | 0,0534 | 10,6694 |
| 175 | | | | X | QLJ-X56 | AUDI | Gasolina | 16,63 | 347,00 | 0,0347 | 16,6663 |
| 176 | X | | | | NAV-432 | BMW | Gasolina | 13,11 | 238,00 | 0,0238 | 13,1338 |
| 177 | X | | | | FJ1-654 | NISSA | Diesel | 11,46 | 218,00 | 0,0218 | 11,4832 |
| 178 | | | | X | EFW-648 | TOYOTA | Gasolina | 4,63 | 423,00 | 0,0423 | 4,6733 |
| 179 | | | X | | WEF-931 | SUBARU | Diesel | 17,62 | 561,00 | 0,0561 | 17,6726 |
| 180 | | | | X | JJ0-Y36 | SUZUKI | Gasolina | 1,64 | 200,00 | 0,0200 | 1,6616 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO I | | | | | | | | 10,1 | 347 | 0,03472 | 10,3482 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58. Resultados de Mediciones de Tramo J (de 2,25 a 2,50 Km)

TRAMO J: de 2,25 A 2,50 Km.

| Ítem | AVENIDAS | | | | DATOS DEL VEHÍCULO | | | PARÁMETROS DE MEDICIÓN | | | |
|---|-------------|-----------|-------------|----------|--------------------------|--------------------|------------------------|--|------------------------------------|----------------|---|
| | Gálvez P | 242 A1 | Pardo AH | Palmeras | N° Placa del Vehículo | Modelo del Auto | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) (%) Vol. |
| 181 | X | | | | HH2-888 | TOYOTA | Diesel | 16,12 | 417,00 | 0,0417 | 16,1577 |
| 182 | X | | | | FQB-231 | NISSA | Gasolina | 2,42 | 373,00 | 0,0373 | 2,4533 |
| 183 | | X | | | WRH-216 | TOYOTA | Diesel | 1,89 | 314,00 | 0,0314 | 1,9231 |
| 184 | | | X | | IWE-987 | AUDI | Diesel | 12,46 | 432,00 | 0,0432 | 12,5049 |
| 185 | | | | X | SOS-056 | BMW | Gasolina | 16,16 | 509,00 | 0,0509 | 16,2123 |
| 186 | X | | | | RGF-236 | NISSA | Gasolina | 14,54 | 103,00 | 0,0103 | 14,5520 |
| 187 | X | | | | JGN-73R | TOYOTA | Gasolina | 3,46 | 295,00 | 0,0295 | 3,4911 |
| 188 | | | X | | WGO-165 | SUBARU | Diesel | 18,16 | 387,00 | 0,0387 | 18,2033 |
| 189 | | X | | | WEJ-643 | SUZUKI | Gasolina | 13,16 | 479,00 | 0,0479 | 13,2096 |
| 190 | | | | X | GG3-777 | TOYOTA | Diesel | 11,12 | 567,00 | 0,0567 | 11,1731 |
| 191 | X | | | | OFH-235 | NISSA | Diesel | 15,46 | 403,00 | 0,0403 | 15,5013 |
| 192 | X | | | | ELF-326 | SUBARU | Gasolina | 10,16 | 297,00 | 0,0297 | 10,1859 |
| 193 | | X | | | CHA-454 | SUZUKI | Diesel | 6,13 | 509,00 | 0,0509 | 6,1826 |
| 194 | | | X | | FHW-461 | TOYOTA | Gasolina | 3,16 | 435,00 | 0,0435 | 3,2081 |
| 195 | | | | X | FEW-372 | TOYOTA | Gasolina | 5,65 | 310,00 | 0,0310 | 5,6770 |
| 196 | X | | | | NEJ-154 | NISSA | Gasolina | 12,16 | 253,00 | 0,0253 | 12,1893 |
| 197 | X | | | | JEW-531 | SUBARU | Gasolina | 17,16 | 376,00 | 0,0376 | 17,1989 |
| 198 | | | X | | JVO-743 | SUZUKI | Diesel | 18,32 | 316,00 | 0,0316 | 18,3481 |
| 199 | | X | | | UCV-092 | TOYOTA | Gasolina | 16,41 | 165,00 | 0,0165 | 16,4265 |
| 200 | | | | X | LL2-131 | NISSA | Diesel | 13,16 | 461,00 | 0,0461 | 13,2107 |
| PROMEDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES EN TRAMO J | | | | | | | | 11,36 | 370 | 0,03701 | 11,4004 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por Tramos H, I, J.

| ITEM | TRAMO | DISTANCIA | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) %) Vol. |
|------|----------------|-----------------|---|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 8 | Tramo H | 1,75 a 2,0 Km | 10,52 | 317,30 | 0,03173 | 10,5564 |
| 9 | Tramo I | 2,0 a 2,25 Km | 10,31 | 347,15 | 0,03472 | 10,3482 |
| 10 | Tramo J | 2,25 a 2,50 Km. | 11,36 | 370,05 | 0,03701 | 11,4004 |
| | PROMEDIO TOTAL | | 8,47 | 305,17 | 0,03052 | 7,9928 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60. Resumen de emisiones contaminantes por tramos H, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) %) Vol. |
|----------------|--------------------|------------------------|---|------------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| Tramo H | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,74 | 282,00 | 0,03 | 11,77 |
| | | Gasolina | 10,07 | 327,80 | 0,03 | 10,10 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 11,08 | 303,50 | 0,03 | 11,11 |
| | | Gasolina | 9,07 | 358,25 | 0,04 | 9,11 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61. Resumen de emisiones contaminantes por tramos I, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol) | (CO₂% + CO %) Vol. |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Tramo I | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,61 | 262,60 | 0,03 | 11,63 |
| | | Gasolina | 15,24 | 405,00 | 0,04 | 15,28 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 14,04 | 553,00 | 0,06 | 14,09 |
| | | Gasolina | 7,44 | 330,90 | 0,03 | 7,48 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Resumen de emisiones contaminantes por tramos J, por avenidas, y tipo de combustible.

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO %) Vol. |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Tramo J | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 15,79 | 410,00 | 0,04 | 15,83 |
| | | Gasolina | 9,98 | 282,83 | 0,03 | 10,01 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 11,61 | 426,57 | 0,04 | 11,65 |
| | | Gasolina | 10,91 | 379,60 | 0,04 | 10,95 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63. Resumen de promedios de emisiones contaminantes por tramos H, I, J, por avenidas, y tipo de combustible

| | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO₂% + CO) (% Vol.) |
|----------------|--------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| Tramo H | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,74 | 282,00 | 0,03 | 11,77 |
| | | Gasolina | 10,07 | 327,80 | 0,03 | 10,10 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 11,08 | 303,50 | 0,03 | 11,11 |
| | | Gasolina | 9,07 | 358,25 | 0,04 | 9,11 |
| Tramo I | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 11,61 | 262,60 | 0,03 | 11,63 |
| | | Gasolina | 15,24 | 405,00 | 0,04 | 15,28 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 14,04 | 553,00 | 0,06 | 14,09 |
| | | Gasolina | 7,44 | 330,90 | 0,03 | 7,48 |
| Tramo J | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 15,79 | 410,00 | 0,04 | 15,83 |
| | | Gasolina | 9,98 | 282,83 | 0,03 | 10,01 |
| | Av. José Pardo | Diesel | 11,61 | 426,57 | 0,03 | 11,65 |
| | | Gasolina | 10,91 | 379,60 | 0,04 | 10,95 |

Fuente: Elaboración propia.

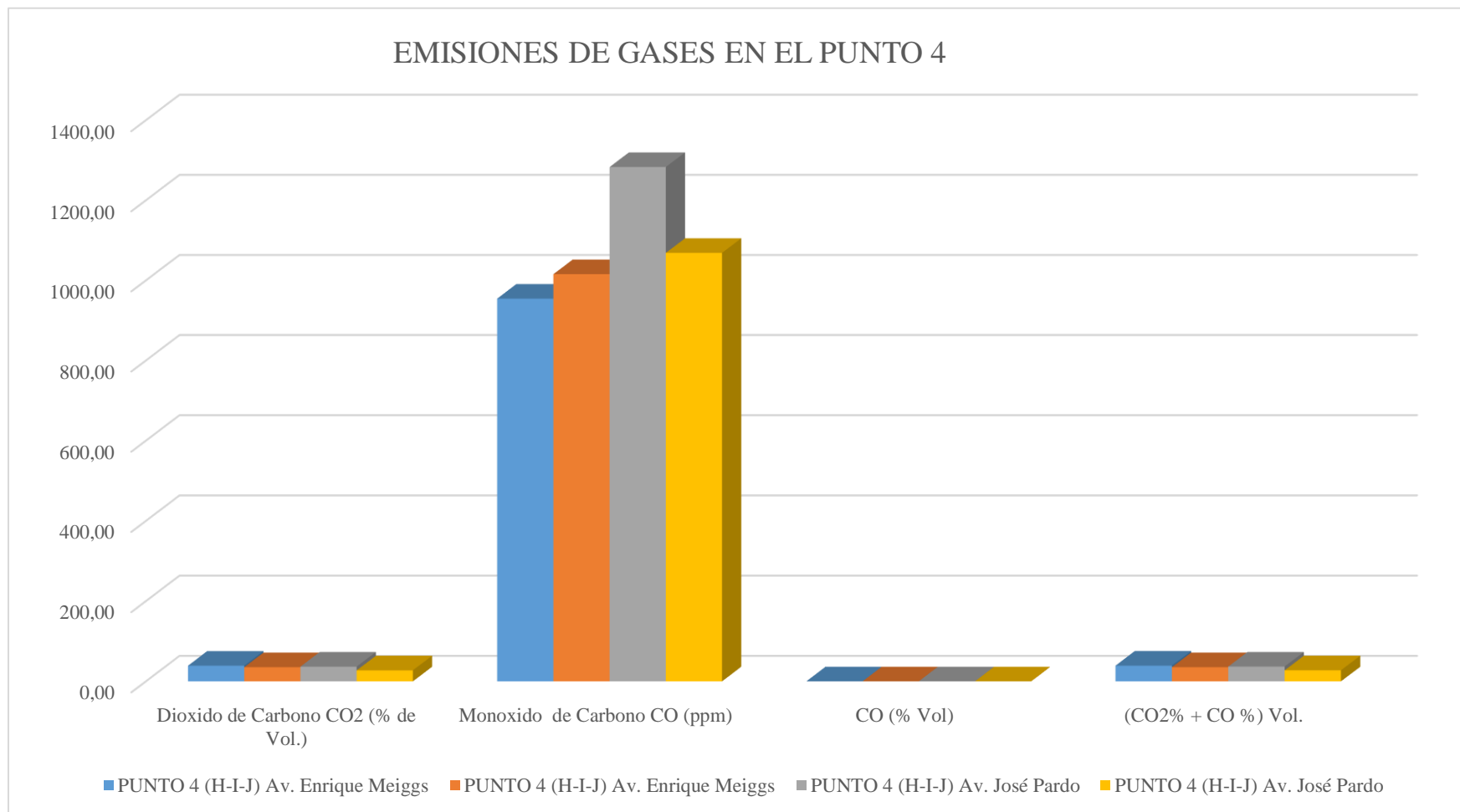


Gráfico 10. Emisiones de Gases contaminantes en el Punto 4.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64. Resumen Final de promedios de emisiones de gases contaminantes en las dos principales avenidas, según el tipo de combustible.

| Ítem | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) % Vol. |
|------|--------------------|---------------------|--|------------------------------|-------------|---------------------------------|
| 1 | Av. Enrique Meiggs | Diesel | 87,85 | 2944,58 | 0,29 | 82,17 |
| | | Gasolina | 85,58 | 3077,44 | 0,31 | 78,83 |
| 2 | Av. José Pardo | Diesel | 86,68 | 3434,63 | 0,33 | 82,06 |
| | | Gasolina | 82,19 | 3039,64 | 0,30 | 76,55 |

Fuente: Elaboración propia.

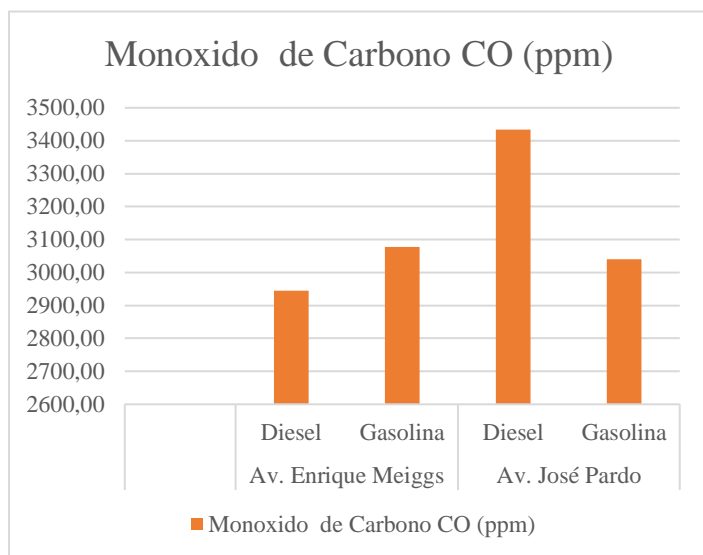


Gráfico 11. Emisiones promedio de Monóxido de Carbono en ppm, según tipo de combustible, y las principales avenidas.

Fuente: Elaboración propia.

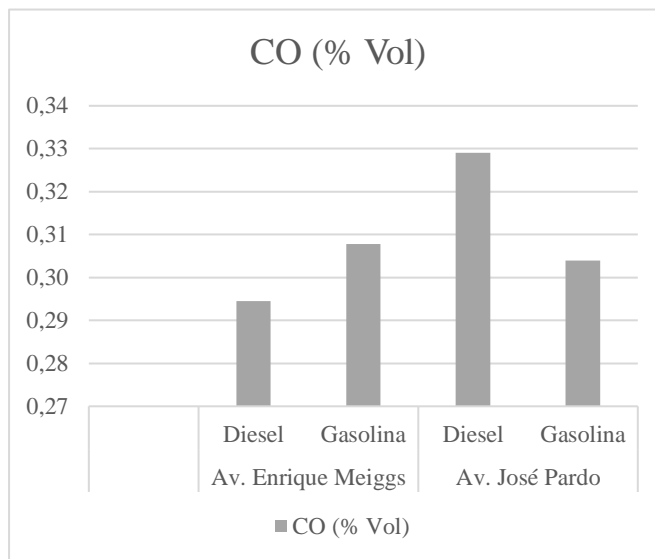


Gráfico 12. Emisiones promedio de Dióxido de Carbono en % Vol., según tipo de combustible, y las principales avenidas.

Fuente: Elaboración propia.

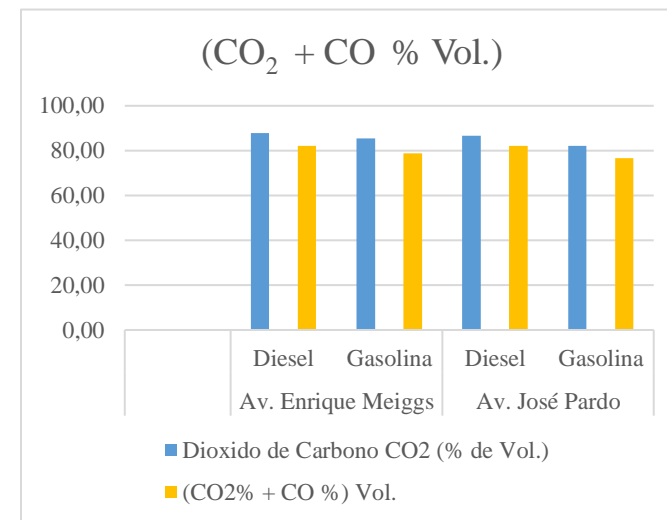


Gráfico 13. Emisiones promedio de Dióxido de Carbono en CO₂ + CO % Vol., según tipo de combustible, y las principales avenidas.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Cuadro Resumen

Realizamos un Cuadro Resumen con todos los promedios de cada tramo.

Tabla 65. Cuadro Resumen Final de promedios de emisiones de gases contaminantes en las dos principales avenidas por tramos, según Kilometrajes.

CUADRO RESUMEN DE PROMEDIOS DE EMISIONES CONTAMINANTES POR TRAMOS EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE CHIMBOTE

| Ítem | Tramo | Distancia | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol.) | (CO ₂ % + CO) % Vol. |
|-----------------------|---------|-----------------|--|------------------------------|----------------|---------------------------------|
| 1 | Tramo A | 0 a 0,25 Km | 6,65 | 282,75 | 0,02828 | 6,6823 |
| 2 | Tramo B | 0,25 a 0,5 Km | 5,25 | 216,50 | 0,02165 | 0,2000 |
| 3 | Tramo C | 0,5 a 0,75 Km | 7,35 | 304,53 | 0,03045 | 7,3795 |
| 4 | Tramo D | 0,75 a 1,0 Km | 5,72 | 324,05 | 0,03241 | 5,7494 |
| 5 | Tramo E | 1,0 a 1,25 Km | 8,21 | 293,65 | 0,02937 | 8,2351 |
| 6 | Tramo F | 1,25 a 1,50 Km | 8,18 | 294,18 | 0,02942 | 8,2124 |
| 7 | Tramo G | 1,50 a 1,75 Km | 11,13 | 301,55 | 0,03016 | 11,1639 |
| 8 | Tramo H | 1,75 a 2,0 Km | 10,52 | 317,30 | 0,03173 | 10,5564 |
| 9 | Tramo I | 2,0 a 2,25 Km | 10,31 | 347,15 | 0,03472 | 10,3482 |
| 10 | Tramo J | 2,25 a 2,50 Km. | 11,36 | 370,05 | 0,03701 | 11,4004 |
| Promedio Total | | | 8,47 | 305,17 | 0,03052 | 7,9928 |

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO RESUMEN DE PROMEDIOS DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR TRAMOS

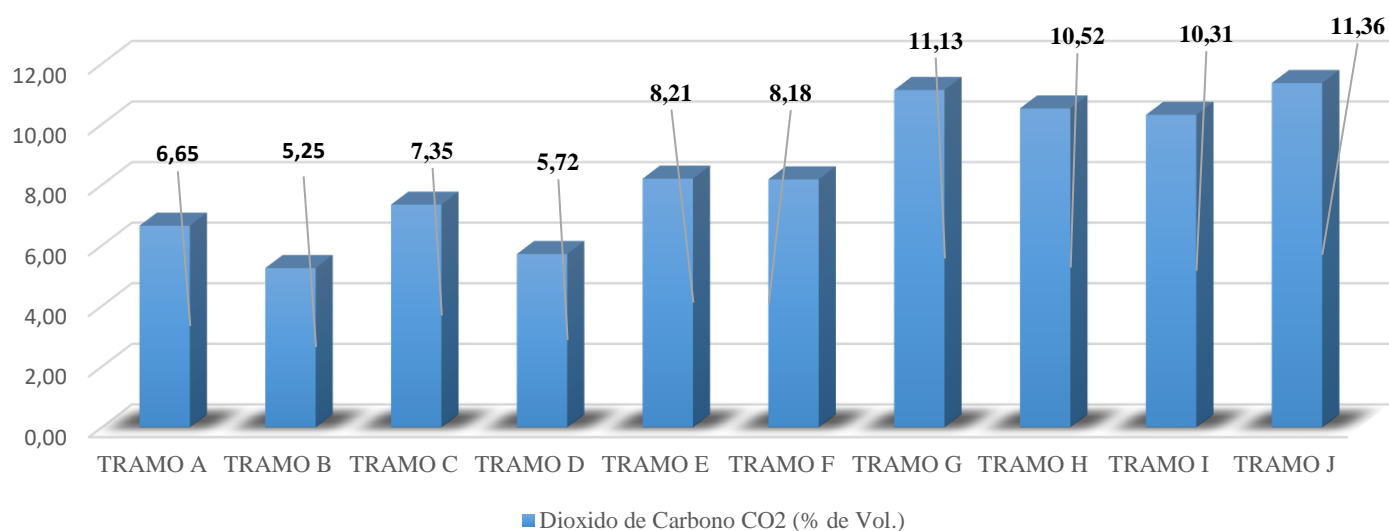


Gráfico 14. Cuadro Resumen de Promedios de Emisiones de Dióxido de Carbono por Tramos.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO RESUMEN DE PROMEDIOS DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO POR TRAMOS

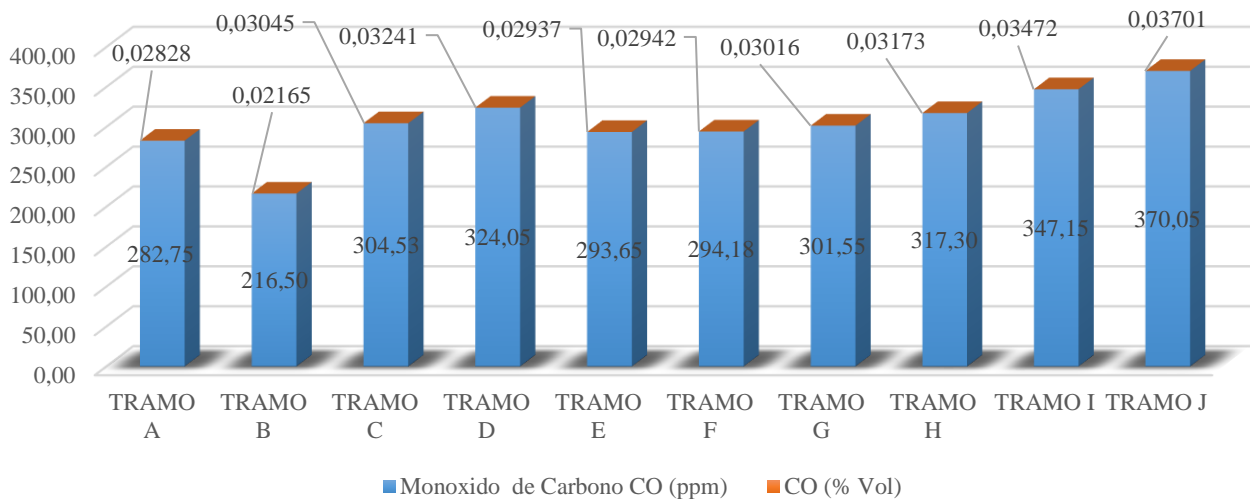


Gráfico 15. Cuadro resumen de promedios de emisiones de Monóxido de carbono por tramos.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO RESUMEN DE PROMEDIOS DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO + MONÓXIDO DE CARBONO POR TRAMOS

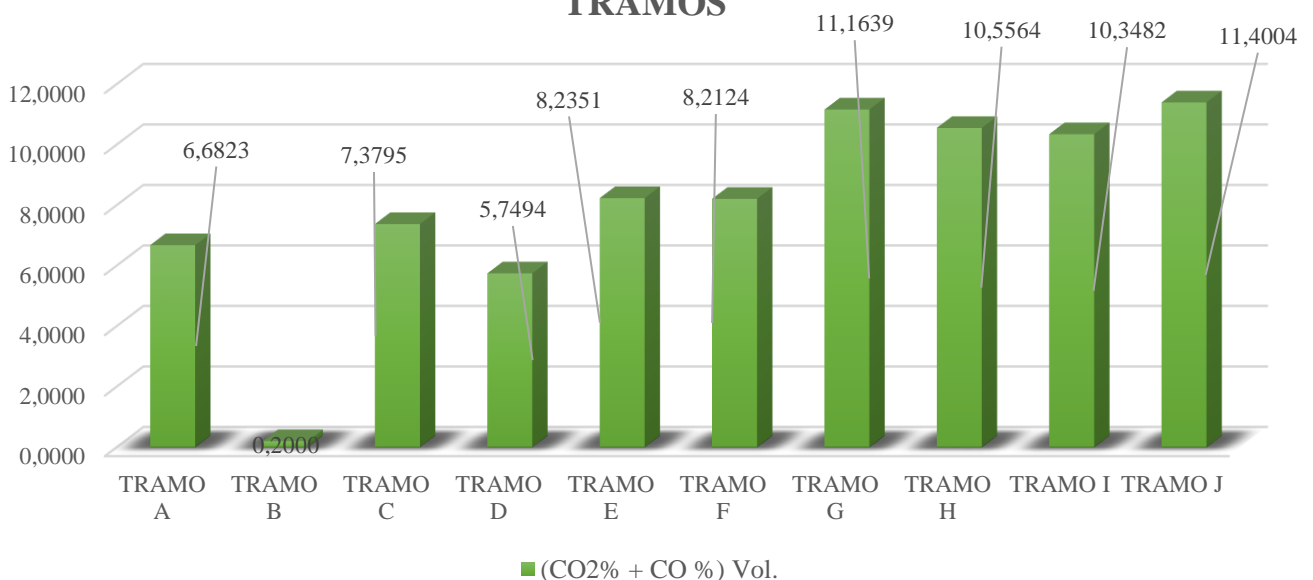


Gráfico 16. Cuadro resumen de promedios de emisiones de Monóxido de carbono por tramos.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Valores Promedios Máximos y Mínimo

Realizamos un Cuadro de los datos promedios generales, cuáles son los valores mínimos y máximos.

Tabla 66. Resumen de datos mínimos y máximos de los principales combustibles.

| Gas de Combustión | Resultados | |
|--|------------|---------|
| | Mínimo | Máximo |
| Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | 5,25 | 11,36 |
| Monóxido de Carbono CO (ppm) | 216,50 | 370,05 |
| CO (% Vol.) | 0,02165 | 0,03701 |
| (CO ₂ % + CO %) Vol. | 0,2000 | 11,4004 |

Fuente: Elaboración propia.

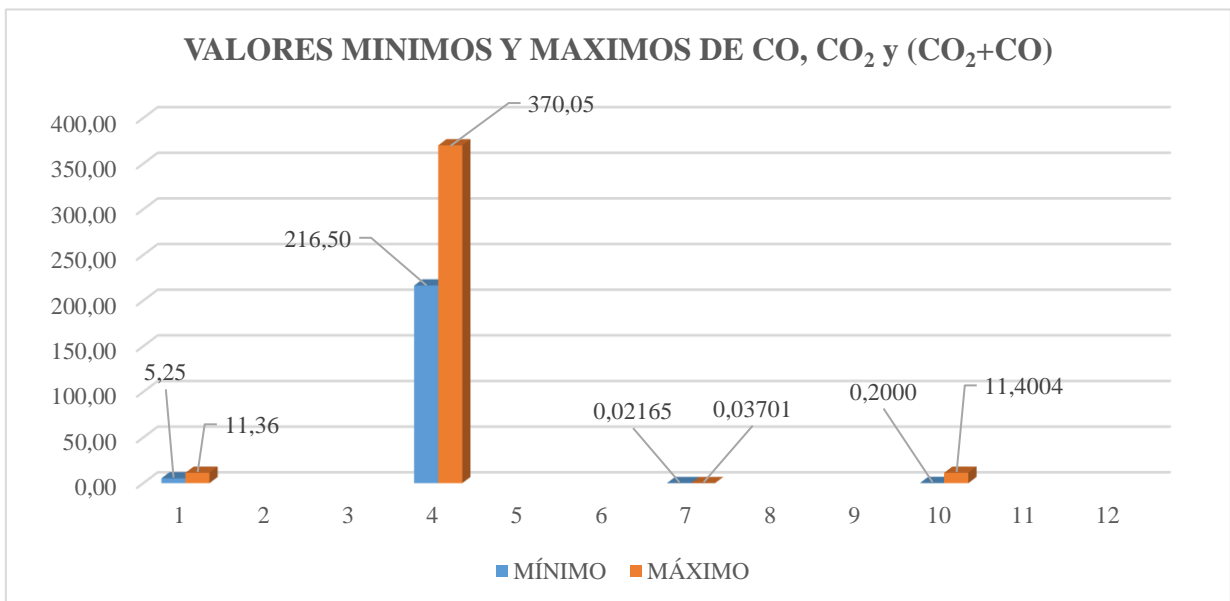


Gráfico 17. Valores Máximos y mínimos de CO y CO₂+CO.

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Comparación de % Vol. De (CO, CO₂ Y CO+CO₂), Según Analizador de gases y los LMP según el MTC

Una vez obtenida nuestros promedios, tanto de CO %, CO₂ PPM, CO₂% Y CO₂+CO %, estos serán comparado con los valores límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial según el decreto supremo N.º 047-2001-MTC

Tabla 67. Valores de LMP, según el reglamento 047-2001-MMTC

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

| Año de Fabricación | CO% de Volumen | HC (ppm) (4) | CO + CO ₂ % (mínimo) |
|--------------------|----------------|--------------|---------------------------------|
| 1996 en adelante | 2,5 | 300 | 10 |

Fuente: Decreto supremo N.º 047-2001-MTC

Tabla 68. Resultados comparativos con valores de LMP, según el analizador de gases y el reglamento 047-2001-MMTC

| PARÁMETROS | RESULTADOS | |
|--|---------------------------|--------------------------|
| | Según Analizador de Gases | Según los LMP (MTC) mín. |
| Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | 8,47 | 7,5 |
| Monóxido de Carbono CO (ppm) | 305 | 300 |
| CO (% Vol) | 0,0305 | 2,5 |
| (CO ₂ % + CO %) Vol. | 7,9928 | 10 |

Fuente: Decreto supremo N.º 047-2001-MTC

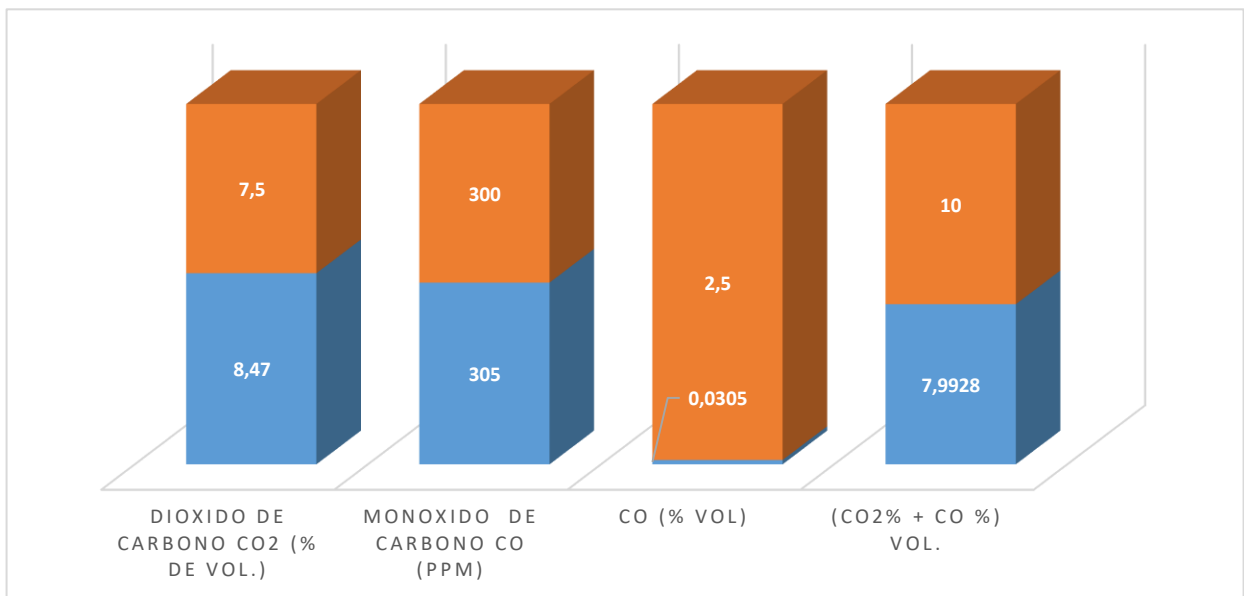


Gráfico 18. Resultados comparativos de las emisiones de gases de combustible.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Resultados:

Se determinó el nivel (% vol.) de contaminación de gases emitidos (CO_2 , CO), las emisiones de combustión del parque automotor a través del equipo analizador de gases E-1500 cuyos resultados estimados. Del nivel CO_2 en % de volumen fueron de **5,25 % a 11,36%** en los 10 Tramos de monitoreo con un promedio en los 10 tramos de 8,47 %.

El CO van de 216,50 ppm (0,0216%) a 370,05 ppm como valor máximo (0.037%) con un promedio de los 10 tramos de monitoreo de CO de **305 ppm (0,035%)**. Y el promedio del Dióxido de carbono con el monóxido de carbono ($\text{CO}_2 + \text{CO}$) es de 7,9928%. Las emisiones de gases de la ciudad de Nuevo Chimbote mostraron un comportamiento por encima de los LMP en el Perú, según D.S.-N°-047-2001-MTC-Emissiones-para-vehículos-automotores, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones el 31 de octubre del 2001, siendo estos valores más vigentes. Para lo cual se discutirá y realizaremos recomendaciones para que estos valores en el paso del tiempo puedan controlarse y mitigarse.

Tabla 70. Datos de recorrido por la Av. Gálvez, Punto 3 (Tramos E, F, G).

| Punto 3 | Recorrido por la Avenida | Punto de Partida y Punto Final de recorrido. | Cant de km |
|---------------|--------------------------|--|------------|
| Tramo E, F, G | Av. Enrique Meiggs. | del Estadio Manuel Rivera Sánchez a la Estación de Servicio Primax | 0,65 Km |

Fuente: Elaboración propia.

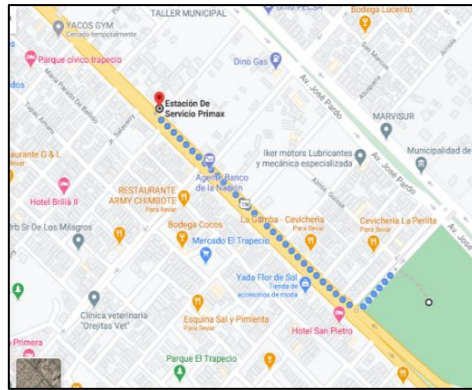


Figura 14. Ubicación geográfica del Punto de recorrido 3. (Tramos E F, G).

Fuente: Google Maps.

Tabla 71.

Datos de recorrido por la Av. Pardo, Punto 2 (Tramos C, D).

| Punto 2 | Recorrido por la Avenida | Punto de Partida y Punto Final de recorrido. | Cant de km |
|------------|--------------------------|---|------------|
| Tramo C, D | Av. José Pardo | Del Parque las Américas al Mercado 3 de octubre en Nuevo Chimbote | 0,3 Km |

Fuente: Elaboración propia.

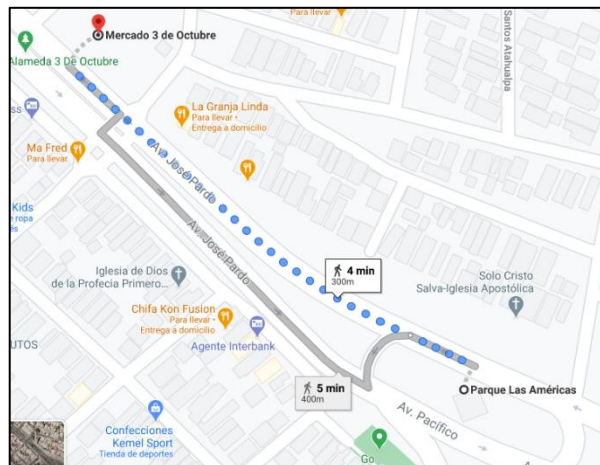


Figura 15. Ubicación geográfica del Punto de recorrido 2. (Tramo C, D).

Fuente: Google Maps.

Tabla 72. Datos de recorrido por la Av. Gálvez, Punto 1 (Tramos A, B).

| Punto 1 | Recorrido por la Avenida | Punto de Partida y Punto Final de recorrido. | Cant de km |
|-------------|--------------------------|--|------------|
| Tramo A y B | Av. Meiggs Gálvez | Maternidad de María hasta la Comisaría la Libertad | 0,7 Km |

Fuente: Elaboración propia.

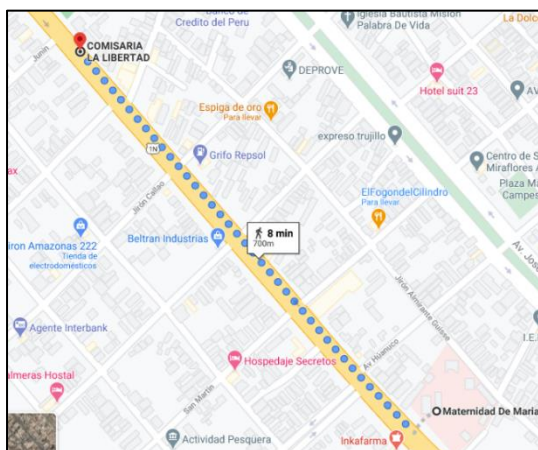


Figura 16. Ubicación geográfica del Punto de recorrido 1. (Tramo A, B).

Fuente: Google Maps.

4.6.1 Determinación del Factor de Emisión

Para la determinación de los factores de emisión se basó en la metodología establecida por EMEP/CORINAIR, 2002. (Ver Anexo I).

Para nuestro estudio, escogimos realizar las mediciones a vehículos livianos con pasajeros, las cuales entrarían en la categoría **1,41 < Autos < 2,0 L, para lo cual Solo Analizaremos el Factor de Emisión CO₂.**

4.6.2 Determinación del Horario:

Los horarios de Medición, se tomó del conteo vehicular, la cual la encontramos en la Tabla 30 - Cuadro resumen de conteo de población. Vehicular en la Av. Enrique Meiggs Gálvez, de donde se concluyó que en la Av. Meiggs Gálvez los días más transitados son los **jueves y viernes** y las horas punta donde hay mayor tránsito durante la mañana es de **11:00 - 12:00.** y durante las tardes son de **19:00-20:00.**

En la Av. Pardo los días más transitados son los martes y jueves, las horas punta donde hay más tránsito por la mañana son de **10:00 - 13:00** y de **17:00-20:00** por la tarde, esta información lo puede obtener de la Tabla N° 30 - CUADRO RESUMEN DE CONTEO DE POBLACIÓN VEHICULAR EN LA AV. José Pardo.

4.6.3 Resultados de Mediciones de CO en 4 Puntos con el Método CORINAIR.

Tomando las mediciones de Monóxido de Carbono CO (ppm) contenidas en el CUADRO RESUMEN DE PROMEDIOS DE EMISIONES CONTAMINANTES POR TRAMOS EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS CHIMBTE, y lo analizamos en los Puntos seleccionados de nuestro distrito en los horarios ya determinados, ya poder obtener el siguiente cuadro:

Tabla 73. Resumen de promedios de CO, CO2, según 04 Puntos basados en el Método CORINAIR.

| | Recorridos | DISTRITO | Av. | Horario de Medición: | Monóxido de Carbono CO (ppm) | Monóxido de Carbono CO (gr/km) | N | d (Km) | Fe | EMISION VEHICULAR (gr/km) |
|---------------------------------|--|-----------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------|---------------|-----------|----------------------------------|
| Punto 1 (Tramo A y B) | De la Maternidad de María hasta la Comisaría la Libertad | Chimbote | Av. Enrique Meiggs. | 11:00 - 12:00 | 499,25 | 3494,75 | 40 | 0,7 | 3,64 | 101,92 |
| Punto 2 (Tramo C y D) | Del Parque las Américas al Mercado 3 de octubre en Chimbote | Chimbote | Av. José Pardo | 10:00 - 13:00 | 628,58 | 1885,74 | 40 | 0,3 | 3,64 | 43,68 |
| Punto 3 (Tramo E, F Y G) | del Estadio Manuel Rivera Sánchez a la Estación de Servicio Primax | Chimbote | Av. Enrique Meiggs. | 19:00-20:00 | 889,38 | 5780,97 | 60 | 0,65 | 3,64 | 141,96 |
| Punto 4 (Tramo H, I y J) | del Mega Plaza de Nuevo Chimbote al Estadio Manuel Rivera Sánchez | Chimbote | Av. José Pardo | 17:00-20:00 | 1034,5 | 7241,5 | 60 | 0,7 | 3,64 | 152,88 |
| PROMEDIO | | | | | 762,9275 | 460,074 | 200 | 2,35 | | |

Fuente: Elaboración propia.

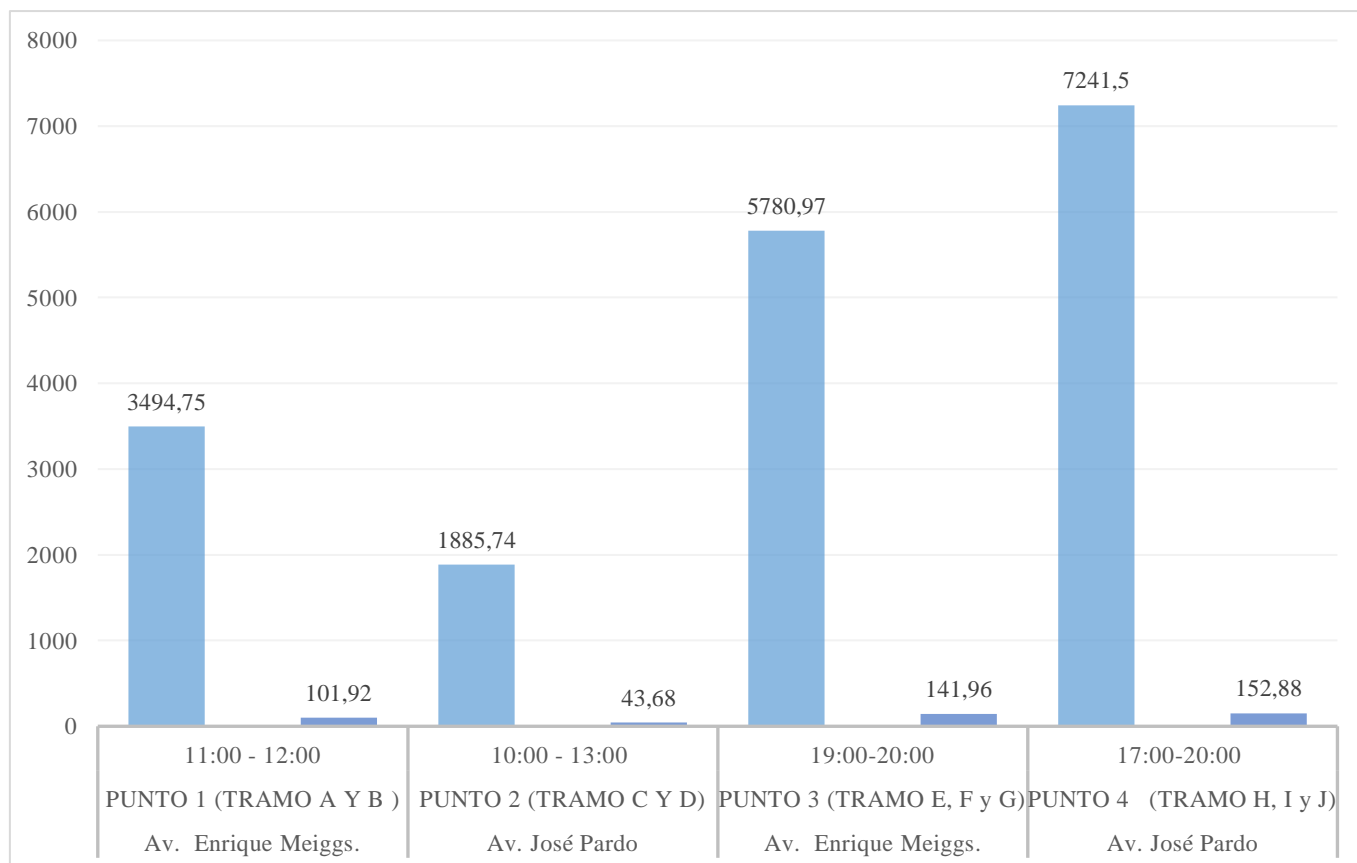


Gráfico 19. Diagramas de promedios de CO, CO₂, según 04 Puntos basados en el Método CORINAIR.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74. Resumen de Promedios de CO y CO₂ según el Tipo de Combustible en las dos principales Avenidas.

| ITEM | Avenidas | Tipo de Combustible | Dióxido de Carbono CO ₂ (% de Vol.) | Monóxido de Carbono CO (ppm) | CO (% Vol) | (CO ₂ % + CO %) Vol. |
|------|--------------------|---------------------|--|------------------------------|------------|----------------------------------|
| 1 | Av. Enrique Meiggs | Diésel | 87,85 | 2944,58 | 0,29 | 82,17 |
| | | Gasolina | 85,58 | 3077,44 | 0,31 | 78,83 |
| 2 | Av. José Pardo | Diésel | 86,68 | 3434,63 | 0,33 | 82,06 |
| | | Gasolina | 82,19 | 3039,64 | 0,30 | 76,55 |

Fuente: Elaboración propia.

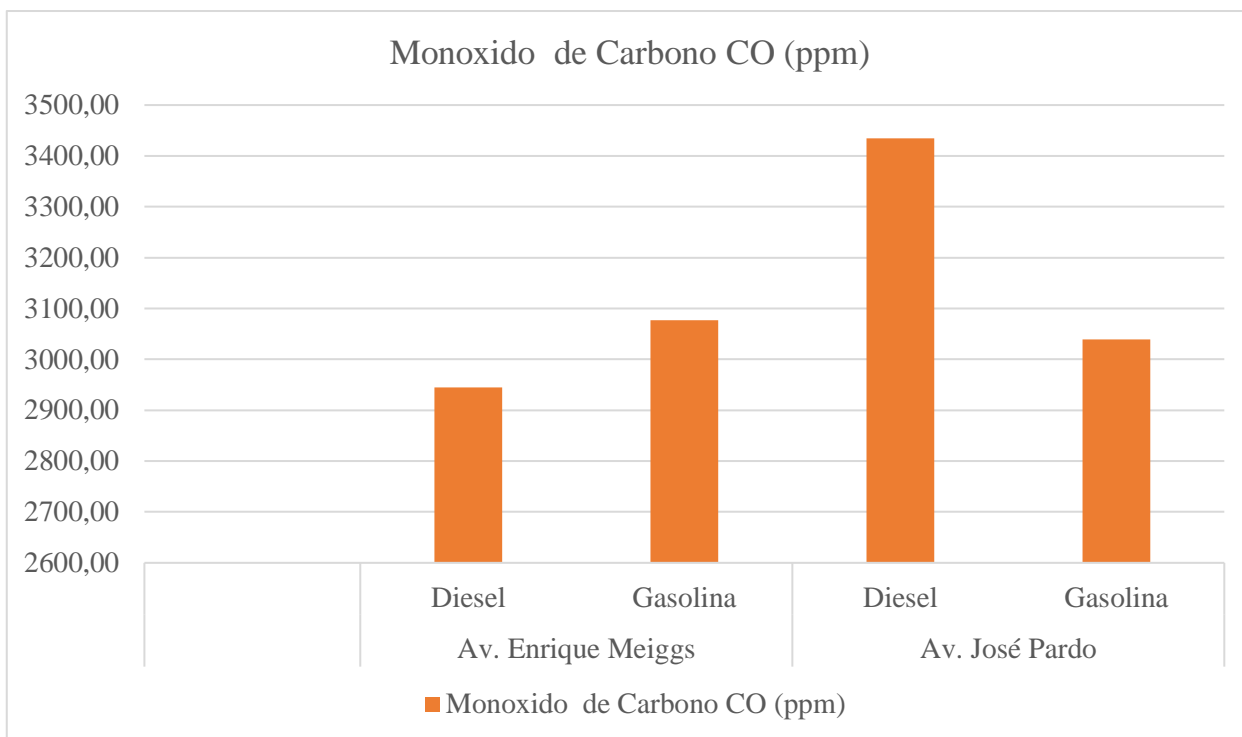


Gráfico 20. Resumen de Emisiones de Monóxido de Carbono CO (ppm) según el tipo de Combustible que usa el vehículo en las dos principales Avenidas de Chimbote.

Fuente: Elaboración propia.

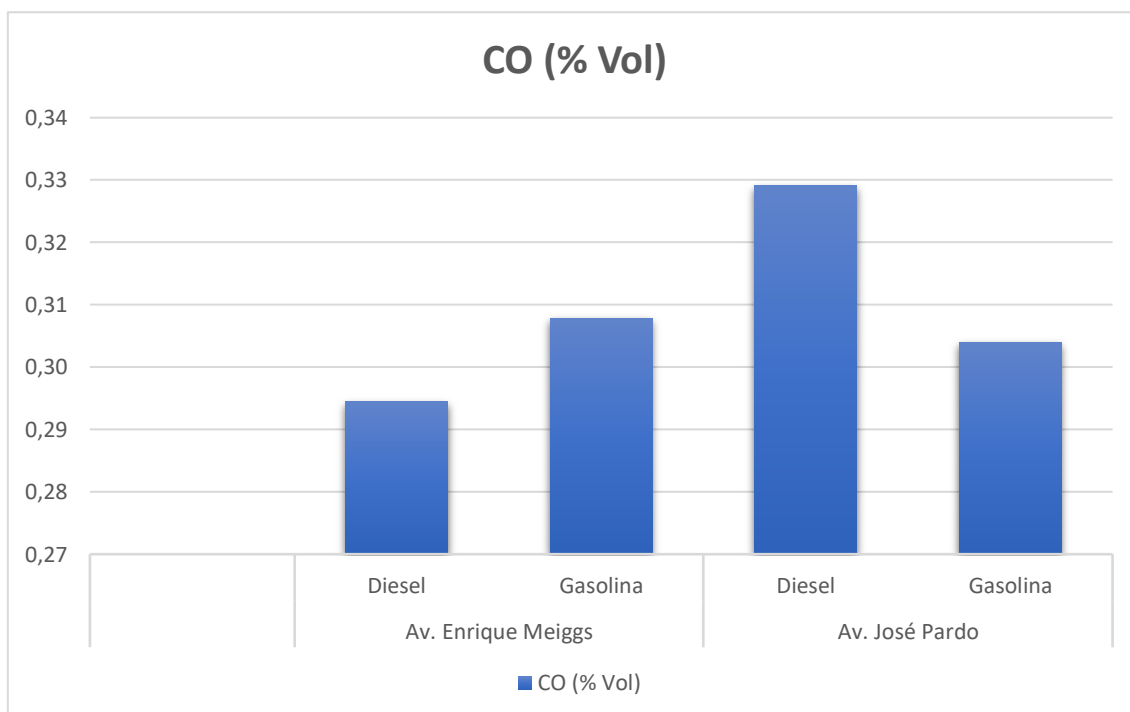


Gráfico 21. Resumen de Emisiones de Monóxido de Carbono CO (%Vol.) según el tipo de Combustible que usa el vehículo en las dos principales Avenidas de Chimbote.

Fuente: Elaboración propia.

Al concluir con el presente documento se pudo analizar el tráfico vehicular de las Avenidas José Pardo y Enrique Meiggs a través del monitoreo realizado el año 2020, se usó la metodología de CORINAIR (ANEXO I) para determinar el conteo para Vehículos livianos de los cuales, el método nos indica las siguientes categorías: vehículos livianos, pesados, buses urbanos, motocicletas, en 10 diferentes Tramos, para este estudio, consideramos nuestra muestra de 200 vehículos livianos, Posteriormente en base a la misma metodología se analizaron los principales contaminantes atmosféricos de origen vehicular, siendo este en particular el monóxido de carbono. De acuerdo a la misma fuente se obtuvieron los factores de emisión para cada contaminante y para cada tipo de combustible de los vehículos respectivamente, según en horario, avenida, y distancia recorrida en cada punto, calculando el Factor de emisión y Emisión de los contaminantes.

Las concentraciones de los contaminantes varían en cada punto, teniendo como mayor contaminante atmosférico del área de estudio al monóxido de carbono fruto de la combustión de los vehículos

Las emisiones de Monóxido de carbono efectivamente en el **Punto 4**, pertenecientes a los Tramos H, I y J es la zona de mayores emisiones cuyas concentraciones es de 7241,5 gr/Km, a las 18 horas de la tarde, ubicados en la Avenida José Pardo. **Entonces podemos notar que la Avenida Pardo es la que presenta mayor concentración de Monóxido de Carbono en nuestra ciudad de Chimbote, durante las noches en los horarios entre las 17:00 a 20:00 horas**

4.7 Discusión

A manera de discusión podemos decir que hoy en día, el parque automotor se ha incrementado masivamente en nuestra ciudad de Chimbote, llegando en promedio a 20 automóviles por habitante, incluso en la misma capital del Perú existen más autos que pistas viales, ante la abrumadora cantidad de vehículos existentes; así también Castro y Escobar (2006), enfatizan que el uso de los vehículos operados con combustible diésel emiten mayor nivel de CO, CO₂, NO_x y material particulado (MP) que los vehículos operados a gasolina, además llegamos a resaltar que los vehículos pesados aportan la mayor carga de contaminante al país.

En la ciudad de Chimbote se ha obtenido un nivel de contaminación de gases superior a los límites permisibles, refiriéndonos especialmente a los tramos h, i y j ubicados en la Av. Pardo; en contraste con la investigación de Yucra (2017); donde las emisiones de gases de la ciudad de Puno mostraron un comportamiento por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el Perú y en comparación con otros países como Colombia, México, etc. Según el Ministerio del Ambiente 2013, ha identificado fuentes de contaminación, en la que los vehículos a motor representan el 80% de incidencia de contaminante, seguido de industrias el 10%, ferrocarriles 6% y vecindad (bares, locales públicos).

El objetivo principal es la utilidad que estos datos pueden representar para evaluar la contaminación atmosférica que se genera en la ciudad de Chimbote determinada por las fuentes móviles. Al existir carencia de mediciones para obtener los datos tecnológicos que se describen en el trabajo, es de primordial importancia buscar alternativas para suplir estas necesidades, jugando así un importante papel en el desarrollo teórico planteado con el método CORINAIR, así como su metodología de trabajo, y procedimiento para la toma de mediciones, y poder al final aplicar toma de mediciones con un analizador de gases de combustión E1500.

Las pruebas reunidas han sido analizadas lógicamente para verificar las consecuencias deducidas a partir de la hipótesis. Pues se ha tratado de limitar con cuidado y estratégicamente los lugares o puntos donde se realizarán las tomas de mediciones, no existen en informes enunciados confusos, vagos, o exagerados ya

que los datos son netamente experimentales. Las opiniones, inferencias y contrastaciones de hipótesis no se confunden con los hechos, se relacionan los hallazgos del estudio con las investigaciones hechas anteriormente referente a las emisiones de GEI, en nuestra ciudad de Chimbote. Señalamos los factores (tiempo, baja de flota vehicular, aislamiento social obligatoria), no controlados que nos afectan los tiempos de mediciones con el analizador de gases, por lo que exponemos con honestidad la dificultad de tiempo para poder llegar a culminar con las tomas de mediciones. Señalamos las aplicaciones prácticas y teóricas de los resultados obtenidos mediante el analizador de gases E1500.

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Conclusión 1: Según el método CORINAIR, procedimos a realizar las mediciones de CO, en puntos estratégicos entre las avenidas Enrique Meiggs y José Pardo en las horas punta, siendo nuestra muestra de 200 vehículos parte de la categoría vehicular entre $1,41 < \text{autos} < 2,0$, dándole así un factor de emisión de 3,64. Las emisiones de CO en el **punto 4**, pertenecientes a los Tramos H,I,J es la zona de mayores emisiones cuyas concentraciones es de 7241,5 g/km, y 1034,5 ppm, estos resultados los podemos encontrar en la Tabla N.º 73, página 99, a las 18 horas de la tarde, ubicados en la avenida José pardo.

Entonces podemos notar que la Avenida Pardo es la que presenta mayor concentración de CO en nuestra ciudad de Chimbote, durante las noches en los horarios entre las 17:00 a 20:00 horas

Conclusión 2: Se realizó las mediciones del GEI estableciéndose una cantidad de 10 tramos como inicio de nuestra investigación, los cuales poseen un intervalo de 0,25 km, en las avenidas Enrique Meiggs y José Pardo en la ciudad de Chimbote, dada esta división proporcional se obtuvo el siguiente promedio de GEI que se detalla a continuación:

CO₂ (% de vol.) fue 8,47 %; CO (ppm) fue 305,17 ppm; CO (% Vol.) fue 0.03052; (CO₂% + CO %) Vol fue 7,9928 %.

Conclusión 3: En la Página 92, Tabla N.º 66, podremos ver que se determinó el nivel (% vol.) dando como resultados los valores máximos y mínimos de contaminación para gases emitidos (CO₂, CO), utilizando un analizador de gases E-1500 cuyos resultados estimados referente al nivel de dióxido de carbono (CO₂) en % de volumen van del **5,25 % a 11,36%** en los 10 tramos de monitoreo con un promedio en los 10 tramos de 8,47 %. El CO van de 216,50 ppm (0,0216%) a 370,05 ppm como valor máximo (0,037%) con un promedio de los 10 tramos de monitoreo de CO de **305 ppm (0,035%)** y el promedio del CO₂ con él CO es de 7,9928%.

5.2. Recomendaciones:

- Se empleo el método CORINAIR para determinar las emisiones del GEI con lo cual elaboramos nuestros cuadros por cada tramo que se evaluó, sin embargo, al hondar más en otras investigaciones hemos encontrado otros métodos como el COPERT (Programa de software para calcular las emisiones de transporte en carretera), IVE (Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares), MOVES (Simulador de emisiones de vehículos motorizados); los cuáles son más idóneos para calcular emisiones referidas al GEI, sin la división del recorrido total en tramos.
- Resulta necesario realizar un seguimiento in situ; no solamente a través de solicitudes de fiscalización ambiental a DIGESA, OEFA (Organismos de Fiscalización Ambiental); si no más bien fomentando un compromiso con las empresas de transporte que no cumplan con la normativa vigente; de igual forma fortalecer el proceso de monitoreo de Emisiones de gases en los vehículos motorizados por parte de las autoridades a quien compete según su jurisdicción.
- En la Ciudad de Chimbote el 75% del parque automotor contamina el medio ambiente por falta de mantenimiento a las fuentes móviles y por la suspensión de revisiones vehiculares, dada esta coyuntura exhortamos a los organismos gubernamentales y a la población de Chimbote la generación de conciencia ambiental a través de charlas de sensibilidad ambiental o multas por desató contra la integridad de la salud humana.

6. Referencias bibliográficas y virtuales

Acevedo, C. (Enero de 2007). Determinación experimental de factores de emisión en vehículos pesados de transporte público. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Recuperado el Febrero de 2019, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104722/acevedo_c.pdf?sequence=3

Carcelén, E. (Octubre de 2014). Estudio de las emisiones de buses urbanos con motores diesel en Lima y Callao en base a la metodología Copert. Recuperado el Febrero de 2019, de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5734/CARCELEN_EDUARDO_EMISIONES_ATMOSFERICAS_MOTORES_DIESEL_COPERT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castro Peña, P. C., & Escobar Winston, L. M. (2006). Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión. Recuperado el Febrero de 2019, de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1300&context=ing_ambiental_sanitaria

Choy, L. (2014). Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima Cuadrada. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 28 de Febrero de 2019, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3423/1/choy_rl.pdf

Delgado, G; Orellana, M; Ramos, R; Rocano, A; Matute, D; Ulloa, O. (Abril de 2012). Cálculo de la emisión vehicular de contaminantes atmosféricos en la avenida Solano de la ciudad de Cuenca mediante factores de emisión por el método de CORINAIR. Recuperado el Febrero de 2019, de <file:///E:/2019/TESIS/ANTECEDENTES/PARTE%20I/3.pdf>

Flores, P. (2014). Determinación de los niveles de concentración de monóxido de carbono ocasionado por el tráfico vehicular en la ciudad de Rioja- San Martín-2014. Recuperado el Febrero de 2019, de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3043/AMBIENTAL%20-%20Paulina%20Flores%20Lazo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, R. (2017). Determinación del nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor en la ciudad de Puno. Recuperado el Febrero de 2019, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9281/Flores_Yucra_Ruben.pdf?sequence=1

Hilario, N. (2017). Emisiones contaminantes de vehículos del distrito de Huancayo. Recuperado el Febrero de 2019, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4137/Hilario%20Roman.pdf>.

Medina, R. (2015). Factores determinantes del nivel de contaminación del aire con monóxido de carbono en zonas urbanas para viviendas familiares en la ciudad del Cusco-2014. Revista Científico Cultural, 4(1), 7-7. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/323>

Moreano, D., & Palmisano, A. (2012). Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1763/MOREANO_DAVID_Y_PALMISANO_ANTONIO_CONTAMINACION_ATMOSFERICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, D; Echevarría, L; Cuesta, O; Collazo, A; Sánchez, A; Gato, A. (2011). Métodos teóricos para calcular parámetros tecnológicos de emisión de contaminantes atmosféricos producidos por fuentes fijas caso de estudio de Pinar del Río. Nereis, (4), 19-30. Recuperado el 28 de Febrero de 2019, de <http://hdl.handle.net/20.500.12466/285>

Saavedra, J. (2014). Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular. Lima. Recuperado el 28 de Febrero de 2019, de

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1872/T01-S33-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sarmiento, J; Rangel, R. (2015). Determinación de los índices de emisiones reguladas de quince vehículos representativos del parque automotor colombiano.

Toro, M., Ramírez, J., Quiceno, R., & Zuluaga, C. (Abril de 2012). Cálculo de la emisión vehicular de contaminantes atmosféricos en la avenida solano de la ciudad de cuenca mediante factores de emisión por el método de CORINAIR. Revista Acodal, 42-49. Recuperado el Febrero de 2019, de <https://n9.cl/bc1wb>

Vintimilla, P. (Febrero de 2015). Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca. Recuperado el Febrero de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>

Anexos:

Procedimiento Escrito para tomas de mediciones con Analizador de Gases de Combustión.

✓ **Objetivos:**

- ✓ Desarrollar las mediciones con el Analizador de Gases de Combustión Interna de una manera segura y eficaz.
- ✓ Realizar todas las medidas de seguridad correspondientes antes, durante y después de la medición.
- ✓ **Personal.**

Técnico de Laboratorio - UNS

- Sr. Félix Rodríguez Vásquez. / Técnico Especialista

Tesistas

- Bachiller César CHÚ / Operador 1
- Bachiller Jasón Silva / Operador 2

✓ **Equipo de protección personal.**

- ✓ Lentes de seguridad.
- ✓ Guantes de Badana.
- ✓ Bloqueador solar.

✓ **Equipos / herramientas / materiales.**

Analizador de Combustión

- **Analyzer Modelo:** 1500
- **Marca:** E INSTRUMENTS
- **Serie:** S/N - 2877



Figura 17. Partes del Analizador de Gases E1500.



Figura 18. Placa del Analizador de Gases E1500.

✓ **Características.**

- ✓ Sensores para la medición de O₂ y CO
- ✓ Sensores pre-calibrados y reemplazables en campo
- ✓ Software para conexión a PC
- ✓ Pantalla Gráfica a Color
- ✓ Cálculos de la eficiencia de combustión, exceso de aire y CO₂.
- ✓ Impresora incorporada (Built-in) – El papel no desteñirá
- ✓ Medición de la temperatura del aire ambiental y de los gases de combustión
- ✓ Medición de tiro de chimenea y de la presión diferencial
- ✓ Sistema para la eliminación del vapor condensado
- ✓ Batería recargable- Ion de litio
- ✓ Conexiones de metal irrompibles para sondas
- ✓ Memoria interna (Capacidad para 2000 mediciones)
- ✓ Cable USB y Bluetooth



Figura 19. Datos generales del Analizador de gases E1500.

✓ **Especificaciones Técnicas:**

Tabla 75. Especificaciones Técnicas del Analizador de Gases E1500.

| PARAMETRO | SENSOR | RANGO | PRECISION | PRECISIÓN |
|-----------------------|----------------|-------------|-----------|--|
| O₂ | Electroquímica | 0 -25 % | 0,1% | ± 0,2 % VOL. |
| CO | Electroquímica | 0-8000 ppm | 1 PPM | ±10 ppm < 400 ppm = br = > ± 5% rdg up to 200 ± 10% rdg for > > 2000 ppm |
| CO₂ | Calculado | 0-99,9 % | 0,1% | |
| Temp. | Calculado | -10 to 1830 | 0,1° F | |
| Diferencial | | °FF | | |

✓ **DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO.**

- ✓ Antes de iniciar con las mediciones el personal que operará el instrumento deberá ser capacitado sobre la manipulación correcta del instrumento, así como también de las mediciones adecuadas de los parámetros, el alumnado que realizarán las mediciones de ahora en adelante se llamara **el Operador**.
- ✓ **El Operador** deberá empezar con la limpieza adecuada al instrumento, el cual se le entregará con su maletín correspondiente, deberá identificar el modelo, la marca y la serie del instrumento, para la descarga correspondiente del manual de instrucciones para su mantenimiento respectivo, así el operador este informado adecuadamente de su manipulación y mantenimiento al instrumento.
- ✓ Identificar con la ayuda del Técnico instructor las partes del Analizador (filtro, instrumento, etc.).
- ✓ Se iniciará realizando el armado del instrumento para lo cual se conectarán todos los cables en el medidor, filtro, zonda de humos, mangueras, cables, esta acción lo realizará el técnico especialista hasta que el operador aprenda adecuadamente y pueda hacerlo por su propia cuenta.

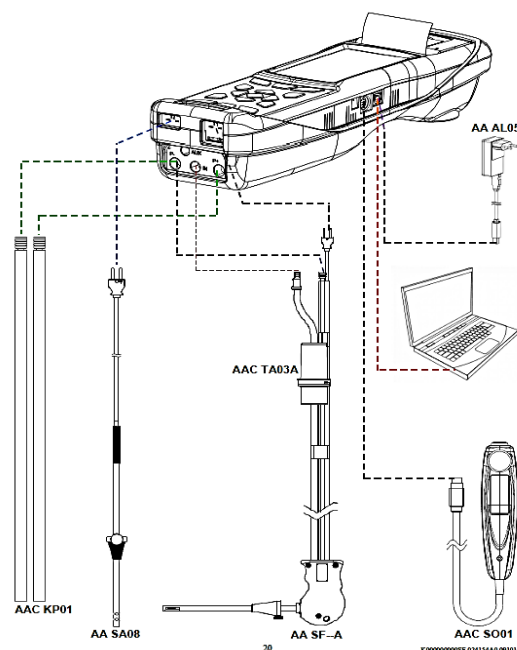


Figura 20. Diagrama de conexión de un Analizador de Gases E1500.

| TECLA | FUNCIÓN |
|-------|--|
| | Activar las teclas contextuales mostradas en la pantalla. |
| | Moverse por las medidas disponibles. |
| | Activa la tecla contextual situada en la parte izquierda de la pantalla. |
| | Vuelve a la pantalla anterior. |

| TECLA CONTEXTUAL | FUNCIÓN |
|------------------|--|
| | Repite el autocero (se muestra en caso de error). |
| | El instrumento suspenderá el autocero y mostrará la pantalla "Análisis Combustión"; es posible efectuar el análisis de combustión (se muestra en caso de error). |
| | El instrumento muestra la pantalla "Diagnóstico Sensor" (se muestra en caso de error). |
| | Guarda el análisis. |
| | Imprime el tique del análisis según la configuración establecida. |
| | Zoom. Pulsando esta tecla interactiva repetidamente, la pantalla del instrumento muestra la siguiente secuencia: AAA → AAA → AAA → AAA |

Figura 21. Comandos de mando de Analizador de Gases E1500

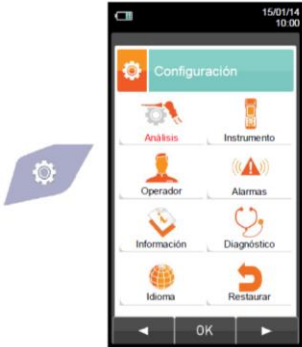
- ✓ Una vez realizado las conexiones adecuadas, realizamos el encendido del instrumento, deberemos esperar por 60 segundo que cargue la pantalla principal.





Figura 21. Pantalla de encendido en Analizador de Gases E1500.

Tener en cuenta el conocimiento brindado durante la capacitación sobre el uso de las siguientes teclas.

- ✓ Luego el Técnico especialista realizará la configuración correspondiente de los parámetros que se medirán.



| TECLA | FUNCIÓN |
|---|--|
|  | Activa las teclas contextuales mostradas en la pantalla. |
|  | Vuelve a la pantalla anterior. |







| TECLA CONTEXTUAL | FUNCIÓN |
|---|--|
|  | Selecciona los parámetros disponibles. |
|  | Configurar el parámetro seleccionado. |
|  | Selecciona los parámetros disponibles. |

Figura 22. Función de tecla conceptual en Analizador de Gases E1500.

- ✓ Se realizará la configuración del Análisis / Análisis – Combustible



| TECLA | FUNCIÓN |
|---|--|
|  | Activa las teclas contextuales mostradas en la pantalla. |
|  | Regresa a la pantalla previa. |




| TECLA CONTEXTUAL | FUNCIÓN |
|---|--|
|  | Selecciona los parámetros disponibles. |
|  | Configurar el parámetro seleccionado. |
|  | Selecciona los parámetros disponibles. |

Figura 23. Función de tecla conceptual en Analizador de Gases E1500.



| TECLA | FUNCIÓN |
|---|--|
|  | Activa las teclas contextuales mostradas en la pantalla. |
|  | Las flechas seleccionan cada línea mostrada. |
|  | Confirma la elección del combustible a utilizar durante el análisis. |
|  | Retorna a la pantalla previa. |

Ejemplo:

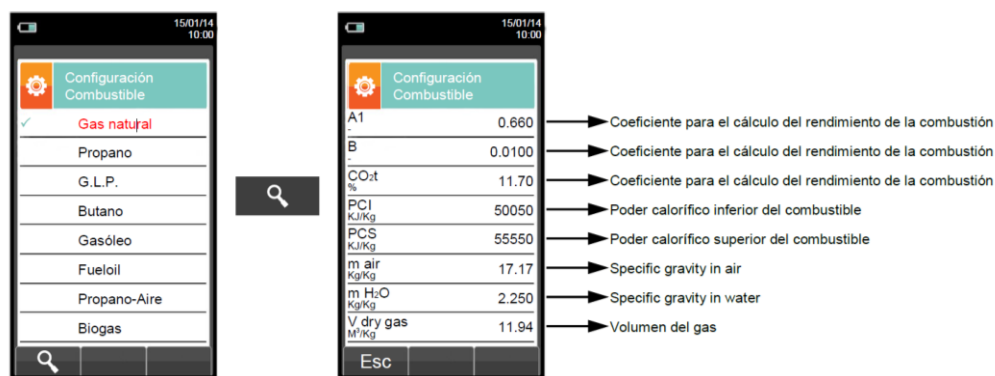


Figura 24. Configuración – Análisis – Combustible en Analizador de Gases E1500.

- ✓ Una vez configurado correctamente, los operadores y el técnico especialista se dirigirán a las avenidas correspondientes y harán estacionar un auto de las líneas seleccionadas en su muestreo. (P, 242, 222, A1, AII, Palmeras, etc.), el cual se estacionará en la avenida por 3 minutos.



Figura 25. Muestra de vehículos automovilísticos de la línea A – en la Av. Pardo.

- ✓ El operador 1 se acercará en el tubo de escape, y hará ingresar a una distancia considerable la pistola del analizador, para lo cual se le pedirá al conductor de la línea escogida que acelere su auto, para poder iniciar la toma de datos efectivamente.



Figura 26. Evidencia de toma de mediciones con el Analizador de gases de Combustión E1500.

- ✓ El operador N° 02 realizará la toma de datos en la pantalla principal del Analizador, una vez tomada las mediciones, dará inicio a la impresión del Boucher con los resultados de la medición.



Figura 27. Muestra de vehículos automovilísticos de la línea A – en la Av. Pardo.

- ✓ Después de cada análisis, comprobar si hay líquido en el recipiente de condensados y, en tal caso quitarla. Guardar la sonda de humos en la maleta

sólo después de haber eliminado el líquido de los tubos y el recipiente de condensados.

- ✓ Continuar con el procedimiento hasta culminar el tiempo determinado por el técnico especialista durante el día.
- ✓ Si en caso durante el proceso de medición se termina el rollo de papel, el técnico especialista realizará el cambio por un rollo nuevo.
- ✓ Una vez culminado con las mediciones, se realizará el desarmado del instrumento correspondiente a los cables, etc., y guardarlo adecuadamente previamente limpiado, todas las partes en la maleta designada para la maleta.

- ✓ Finaliza las mediciones cuando el técnico especialista recibe el instrumento en el laboratorio de Ingeniería Mecánica, y verifica la limpieza y el buen estado del instrumento.

6.1. Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial decreto supremo N.º 047-2001-MTC

El Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N.º 034-2001-MTC, establece en los Artículos 35º al 38º, que los Límites Máximos Permisibles para vehículos en circulación a nivel nacional, vehículos nuevos importados o producidos y vehículos usados importados, que se incorporen al parque automotor nacional, se adecuarán a la norma que emitirá el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción;

Anexo N.º 1: valores de los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores en circulación.

Anexo N.º 2: Los procedimientos de prueba y análisis de resultados para el control de las emisiones de los vehículos automotores.

Anexo N.º 3: Los requisitos establecidos para la homologación y autorización por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, a través de la Dirección General de Medio Ambiente, de todos los equipos a utilizarse para el control oficial de los Límites Máximos Permisibles (LMPs).

Anexo N.º 4: Definiciones.

6.1.1. Anexo 1 - Valores de Límites Máximos Permisibles

a) Para su aplicación inmediata

Tabla 76.

Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural (livianos, medianos y pesados)

| Año de Fabricación | CO% de Volumen | HC (ppm) (1) | CO + CO₂% (mínimo) (1) |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|--|
| Hasta 1995 | 4,5 | 600 | 10 |
| 1996 en adelante | 3,5 | 400 | 10 |

(1) Para vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores, para Hidrocarburos (HC): modelos hasta 1995; HC 650 ppm y 8% CO + CO₂, modelos 1996 en adelante; HC 450 ppm y 8% CO + CO₂.

Tabla 77.

Vehículos mayores a diésel (livianos, medianos y pesados)

| Año de Fabricación. | Opacidad: K (m⁻¹) (2) | Opacidad en % |
|----------------------------|---|----------------------|
| Hasta 1995 | 3,4 | 77 |
| 1996 en adelante | 2,8 | 70 |

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

Tabla 78.

Vehículos menores con motores de dos tiempos que usan mezcla de gasolina - aceite como combustible

| Volumen desplazamiento nominal CC | CO % de volumen | HC ppm |
|--|------------------------|---------------|
| Mayores de 50 CC (3) | 2,5 | 8000 |

Tabla 79.

Vehículos menores con motores de cuatro tiempos que usan gasolina como combustible

| Volumen desplazamiento nominal CC | CO % de volumen | HC ppm |
|--|------------------------|---------------|
| Mayores de 50 CC (3) | 4,5 | 600 |

Tabla 80.

Vehículos menores con motores de cuatro tiempos que usan diésel como combustible

| Volumen desplazamiento nominal CC | CO % de volumen | HC ppm |
|--|------------------------|---------------|
| Mayores de 50 CC (3) | 2,1 | 60 |

3) Vehículos menores de 50 CC no requieren prueba de emisiones.

b) PRIMER REAJUSTE: A LOS DIECIOCHO MESES DE LA PUBLICACION DEL PRESENTE DECRETO SUPREMO

Tabla 81.

Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural (livianos, medianos y pesados) – Primer Ajuste.

| Año de Fabricación | CO% de Volumen | HC (ppm) (4) | CO + CO₂ % (mínimo) |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------|---|
| Hasta 1995 | 3,0 | 400 | 10 |
| 1996 en adelante | 2,5 | 300 | 10 |
| 2003 en adelante | 0,5 | 100 | 12 |

(4) Para Vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía

pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores sólo para HC: modelos hasta 1995, HC 450 ppm y 8% CO + CO₂, modelos 1996 en adelante, HC 350 ppm y 8% CO + CO₂.

Tabla 82.

Vehículos mayores a diésel (livianos, medianos y pesados)

| Año de Fabricación | Opacidad: K (m⁻¹) (5) | Opacidad en % |
|---------------------------|---|----------------------|
| Antes de 1995 | 3,0 | 72 |
| 1996 en adelante | 2,5 | 65 |
| 2003 en adelante | 2,1 | 60 |

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

ANEXO N.º 2

PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA Y ANALISIS DE RESULTADOS

Los procedimientos de prueba descritos en el presente Anexo, son aplicables para controlar los gases de los vehículos en circulación a nivel nacional (Numeral I del Anexo N.º 1

| | | CONTROL ESTÁTICO | |
|--|--------------------------------------|---|--|
| | | Procedimiento | A considerar |
| <p>TABLA 83. MEDICIÓN DE GASES PARA VEHÍCULOS DE ENCENDIDO POR CHISPA QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS</p> | <p>A) INSPECCIÓN VISUAL</p> | <p>Verificar la existencia y/o adecuado funcionamiento de los componentes directamente involucrados con el sistema de control de emisiones.</p> | <p>El aceite del motor del vehículo se encuentre a temperatura normal de operación (70-80°C) y que esté en su nivel normal de acuerdo a la varilla o bayoneta de control de nivel de aceite.</p> <p>El selector de transmisiones automáticas se encuentre en posición de estacionamiento (P) o neutral y en transmisiones manuales o semiautomáticas, esté en neutral y con el embrague sin accionar.</p> <p>El escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y que no tenga ningún agujero que pudiera provocar una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.</p> <p>No exista presencia abundante de humo por el escape.</p> <p>Los dispositivos del vehículo listados a continuación se encuentren en buen estado y operando adecuadamente:</p> <p>Filtro de aire, tapones de depósito de aceite y del tanque de combustible, bayoneta del nivel del aceite del cárter y sistema de ventilación del cárter.</p> <p>Si se observa emisión de humo negro (exceso de combustible no quemado) o azul (presencia de aceite en el sistema de combustión) y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe</p> |
| | <p>B) PRUEBA EN MARCHA DE</p> | <p>Se deberá conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de ignición del motor del vehículo y</p> | |

**CRUCERO A
REVOLUCIONES
ELEVADAS**

efectuar una aceleración a $2,500 \pm 250$ revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos.

continuar con el procedimiento de medición y se deberán dar por rebasados los Límites Máximos Permisibles

De no observarse emisión de humo negro o azul, se procederá a insertar la sonda del equipo al tubo de escape y bajo estas condiciones de operación, se procederá a determinar las lecturas e imprimir los valores obtenidos, para luego proceder a su registro.

**C) PRUEBA EN
RALENTÍ A
REVOLUCIONES
MÍNIMAS**

Se procede a desacelerar el motor del vehículo a las Revoluciones mínimas especificadas por su fabricante (no mayor a 1000 revoluciones por minuto)

Manteniendo estas durante un mínimo de 30 segundos. Una vez estabilizada la lectura, se procederá a imprimir los valores obtenidos, para luego proceder a su registro.

**ANÁLISIS DE
RESULTADOS**

Se considera que un vehículo pasa el control cuando:

Todos los valores registrados en las lecturas de las pruebas descritas en los literales b) y c) están dentro de los L.M.P señalados en el Anexo N.º 1 de la presente norma.

Si el vehículo cuenta con un sistema de inyección de aire funcionando, no se deberá tomar en cuenta el valor de la suma para CO₂ + CO por entregar un valor errado por el aire adicional inyectado.

En el caso de que un vehículo cuente con más de una salida de escape, la medición debe efectuarse en cada uno de ellas, registrando como valor de emisión el promedio de lecturas obtenidas entre las diferentes salidas de escape.

CONTROL ESTÁTICO

| | | Procedimiento | A considerar |
|--|---|--|--|
| <p align="center">TABLA 84. MEDICIÓN DE EMISIONES PARTICULADOS PARA VEHÍCULOS DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN QUE USAN COMBUSTIBLE DIÉSEL</p> | <p align="center">A) INSPECCIÓN VISUAL</p> | <p align="center">Verificar la existencia y/o adecuado funcionamiento de los componentes directamente involucrados con el sistema de control de emisiones.</p> | <p>El aceite del motor del vehículo debe encontrarse a su temperatura normal de operación (70-80°C) y en su nivel normal de acuerdo a la varilla de control de nivel de aceite.</p> <hr/> <p>El selector de transmisiones automáticas debe encontrarse en posición de estacionamiento (P) o neutral y en transmisiones manuales o semiautomáticas, esté en neutral y con el embrague sin accionar.</p> <hr/> <p>El escape del vehículo debe encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y que no debe tener ningún agujero que pudiera provocar una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.</p> <hr/> <p>Que los dispositivos del vehículo listados a continuación se encuentren en buen estado y operando adecuadamente: Filtro de aire, tapones de depósito de aceite y del tanque de combustible, bayoneta del nivel del aceite del cárter y sistema de ventilación del cárter.</p> |
| | <p align="center">B) PRUEBA EN ACELERACIÓN LIBRE</p> | <p>Con el motor operando en ralentí y sin carga, se inserta la sonda en el tubo de escape y luego se acciona el acelerador a fondo por 2 a 3 segundos. Hasta obtener la intervención del gobernador y se suelta el pedal del acelerador hasta que el motor regrese a la velocidad de ralentí y el opacímetro</p> | <p>Si se observa emisión de humo negro (exceso de combustible no quemado) o azul (presencia de aceite en el sistema de combustión) y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y se deberán dar por rebasados los Límites Máximos Permisibles</p> <hr/> <p>De no observarse emisión de humo negro o azul, se procederá a insertar la sonda del equipo al tubo de escape y bajo estas condiciones de operación, se procederá a determinar las lecturas e imprimir los valores obtenidos, para luego proceder a su registro.</p> |

**ANÁLISIS DE
RESULTADOS**

se establezca en condiciones mínimas de lectura, este proceso deberá efectuarse seis veces como mínimo.

El equipo registrará los valores máximos obtenidos en cada una de las aceleraciones sucesivas, hasta obtener cuatro valores consecutivos que se sitúen en una banda, cuya diferencia entre mediciones sea igual o menor a $k = 0,25 \text{ m}^{-1}$

El coeficiente de absorción a registrar será el promedio aritmético de estas cuatro lecturas.

Deberá registrarse cada valor de coeficiente de absorción observado, así como el promedio de estos valores, de acuerdo con los puntos anteriores.

Se considera que un vehículo pasa el control cuando:

Para considerar que el vehículo pasa la prueba satisfactoriamente, el nivel máximo permisible de opacidad del humo promedio registrado en la serie de prueba debe ser igual o inferior al establecido en el Anexo N.º 1 de la presente norma.

Si el vehículo cuenta con múltiples salidas de los gases de escape, el coeficiente de absorción a registrar, es el promedio aritmético de las lecturas obtenidas en cada salida; en el caso que las lecturas obtenidas difieran en más de $k = 0,15 \text{ m}^{-1}$, se tomará la lectura más alta en lugar del promedio.

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEBIDO A LA EMISIONES VEHICULARES EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE CHIMBOTE

por Jhonny Y César Silva Rodríguez Y Chu Acevedo

Fecha de entrega: 25-oct-2021 06:50p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1684096135

Nombre del archivo: IFT.Jasson_Silva_Rodriguez-C_sar_Chua_Acevedo.24.10.2021.docx (8.16M)

Total de palabras: 22296

Total de caracteres: 114226

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEBIDO A LA EMISIONES VEHICULARES EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE CHIMBOTE

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet | 2% |
| 2 | sial.segat.gob.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | senace.blob.core.windows.net Fuente de Internet | 2% |
| 4 | www.mtc.gob.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | creativecommons.org Fuente de Internet | 1% |
| 7 | www.gunt.de Fuente de Internet | 1% |
| 8 | cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet | 1% |

| | | |
|----|--|------|
| 9 | repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 10 | salud-ambiental-la-zafra.blogspot.com Fuente de Internet | 1 % |
| 11 | www.scribd.com Fuente de Internet | 1 % |
| 12 | docplayer.es Fuente de Internet | 1 % |
| 13 | equinlabsac.com Fuente de Internet | 1 % |
| 14 | repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet | 1 % |
| 15 | repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 16 | Submitted to Universidad Peruana Los Andes Trabajo del estudiante | 1 % |
| 17 | repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 18 | www.cuscosocial.com Fuente de Internet | 1 % |
| 19 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 20 | es.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 21 | como-funciona.co Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | repositorio.uchile.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 23 | doku.pub Fuente de Internet | <1 % |
| 24 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | www.dastecsrl.com.ar Fuente de Internet | <1 % |
| 27 | repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 28 | www.dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 29 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 30 | www.buenastareas.com Fuente de Internet | <1 % |
| 31 | icultur.gov.co Fuente de Internet | <1 % |
| 32 | hdl.handle.net Fuente de Internet | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 33 | dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 34 | repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 35 | dspace.pucesi.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 36 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 37 | red.uao.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 38 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | <1 % |
| 39 | livrosdeamor.com.br Fuente de Internet | <1 % |
| 40 | repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 41 | repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 42 | Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante | <1 % |
| 43 | Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante | <1 % |

<1 %

54 www.cambrabcn.org
Fuente de Internet

<1 %

55 m.tesis.pucp.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

56 Submitted to Universidad Rafael Landívar
Trabajo del estudiante

<1 %

57 redi.unjbg.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía Activo