



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**

**TEMA:**

**Evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre  
la salud humana de conductores**

**Autor:**

Carmen Viviana Basantes Vaca

**Director:**

Mgs. Delia Noriega Verdugo

*Milagro, mayo 2023*

ECUADOR

## CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA TUTORA

Por la presente hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por la Sra. Dra. Carmen Viviana Basantes Vaca, para optar el título de Magíster en Química Aplicada y que se aceptó tutoriar a la maestrante, durante la etapa de desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Que he revisado, analizado los resultados y la propuesta de la investigación, presentados en el informe final, sobre la **Evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana de conductores**, como requisito para su aprobación y optar al título de Magister en Química Aplicada.

Milagro, a los 20 días del mes de septiembre de 2022.



Firmado electrónicamente por:  
DELIA DOLORES  
NORIEGA VERDUGO

**Dra. Delia Noriega Verdugo**

**CI 0917222218**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Carmen Viviana Basantes Vaca, declaro en honor a la verdad ante el Comité Académico del programa de Maestría en Química Aplicada de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de autoría propia, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título o Grado de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los 5 días del mes de mayo de 2023



Firmado electrónicamente por:  
CARMEN VIVIANA  
BASANTES VACA

**Carmen Viviana Basantes Vaca**

**CI 0603249699**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA**

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN QUÍMICA APLICADA**, presentado por **DR. BASANTES VACA CARMEN VIVIANA**, otorga al presente proyecto de investigación denominado **"EVALUACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS DE VEHICULOS LIVIANOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA SALUD HUMANA DE CONDUCTORES "**, las siguientes calificaciones:

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| TRABAJO DE TITULACION | 60.00     |
| DEFENSA ORAL          | 40.00     |
| PROMEDIO              | 100.00    |
| EQUIVALENTE           | Excelente |



Firmado electrónicamente por:  
**JUAN DIEGO  
VALENZUELA COBOS**

Ph.D. VALENZUELA COBOS JUAN DIEGO  
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:  
**LUCY FABIOLA ABATE  
MORAN**

ABATE MORAN LUCY FABIOLA  
VOCAL



Firmado electrónicamente por:

**JOSE  
FRANCISCO  
FALCONI  
NOVILLO**

FALCONI NOVILLO JOSE FRANCISCO  
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

## DEDICATORIA

El esfuerzo plasmado en este trabajo investigativo está dedicada a la memoria de mi padre, el ángel que me protege desde el cielo, a mi madre por su presencia y apoyo incondicional.

Este camino fue siempre más fácil con la compañía de mi esposo Víctor, de mis hijos Mélaney y Daniel que han estado presente en cada una de mis etapas más importantes de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

En estas líneas deixo sentado mi profundo agradecimiento a Dios mi dador de vida, y que ha puesto en mi camino a las personas que me han apoyado en todo el proceso investigativo.

Así mismo, mi reconocimiento sincero a la Universidad Estatal de Milagro, que permite lograr una superación integral, a través de la aplicación de conocimientos teórico-prácticos. Como no expresar un agradecimiento especial a la Magister, Delia Noriega por su entrega y dedicación en la tutoría y dirección durante el desarrollo del proyecto de investigación.

## Cesión de derechos de autor

Sr. Dr.

Jorge Fabricio Guevara Viejó

**Rector de la Universidad Estatal de Milagro**

Presente.-

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Cuarto Nivel, cuyo tema fue Evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana de conductores, y que corresponde al Vicerrectorado de Investigación y Posgrado.

Milagro, 5 de mayo del 2022.



firmado electrónicamente por:  
CARMEN VIVIANA  
BASANTES VACA

**Carmen Viviana Basantes Vaca**

**CI 0603249699**

## Índice General

|   |      |
|---|------|
| Aceptación por el tutor .....   | ii   |
| Autoría de la investigación .....                                       | iii  |
| Aprobación del tribunal calificador .....                               | iv   |
| DEDICATORIA .....   | v    |
| AGRADECIMIENTOS.....  | vi   |
| Cesión de derechos de autor .....                                       | xiv  |
| Indice General .....  | xv   |
| Lista de Tablas .....   | viii |
| Lista de Figuras .....  | xiii |
| Lista de Abreviaturas .....   | xiii |
| Resumen.....  | xiv  |
| Abstract.....   | xv   |
| Introducción .....  | 1    |
| <br>  |      |
| Capítulo I: El problema de la investigación .....                       | 3    |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                                     | 3    |
| 1.2 Delimitación del problema .....                                     | 4    |
| 1.3 Formulación del problema.....                                       | 4    |
| 1.4 Variables: .....  | 4    |
| 1.5 Objetivo general .....  | 4    |
| 1.6 Objetivos específicos .....   | 4    |
| 1.7 Hipótesis .....   | 5    |
| 1.8 Justificación .....   | 5    |
| 1.9 Alcance y limitaciones .....  | 6    |
| <br>  |      |
| CAPÍTULO II: Marco teórico referencial .....                            | 7    |
| 2.1 Emisiones gaseosas .....  | 7    |
| 2.1.1 Emisiones gaseosas liberadas por los vehículos automotores.....   | 7    |
| 2.1.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor ..... | 8    |
| 2.1.3 Equipos que permiten analizar emisiones gaseosas .....            | 10   |



|  |    |
|--|----|
| 2.2. Efectos peligrosos en la salud de los seres humanos por exposición a gases de emisión .....   | 14 |
| 2.2.1 Salud humana.....  | 14 |
| 2.2.2 Riesgos laborales .....  | 15 |
| 2.2.3 Gases con efecto tóxico .....  | 16 |
| 2.2.4 Indicadores Bioquímicos en seres humanos .....   | 20 |
| 2.2.5 Biometría hemática .....   | 20 |
| 2.2.6 Métodos de análisis hematológico .....   | 23 |
| <br>   |    |
| CAPÍTULO III: Diseño metodológico .....  | 25 |
| 3.1. Localización de la investigación .....  | 25 |
| 3.2 Metodología .....  | 26 |
| 3.2.1 Concepción metodológica teórica .....  | 26 |
| 3.2.1.1 Enfoque de investigación .....   | 26 |
| 3.2.1.2 Tipos de Investigación .....   | 26 |
| 3.2.1.3 Diseño de la investigación.....  | 27 |
| 3.2.2 Unidad de análisis.....  | 27 |
| 3.2.2.1 Población de estudio.....  | 27 |
| 3.2.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....   | 30 |
| 3.2.3.1 Técnica para la cuantificación de emisión de gases .....                                   | 30 |
| 3.3 Instrumentos de recolección de datos.....  | 32 |
| 3.4 Técnicas de análisis de datos .....  | 33 |
| <br>   |    |
| CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados.....   | 34 |
| 4.1 Análisis de resultados cuantificación de gases de emisión de vehículos livianos                | 34 |
| 4.2 Análisis de resultados de las pruebas de biometría hemática en conductores profesionales ..... | 37 |
| 4.3 Análisis multivariado: Componentes principales.....  | 41 |
| <br>   |    |
| CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones .....   | 45 |
| 5.1 Conclusiones .....   | 45 |
| 5.2 Recomendaciones .....  | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Bibliografía.....   | 48 |
| ANEXOS.....   | 54 |
| Anexo 1. Ficha técnica Analizador de gases marca Maha .....         | 54 |
| Anexo 2: Consentimiento informado .....                             | 56 |
| Anexo 3: Encuesta.....  | 58 |
| Anexo 4: Ficha técnica AutoHematology Analyzer DF52 .....           | 60 |
| Anexo 5: Ejemplo de reporte de análisis de biometría hemática ..... | 61 |
| Anexo 6: Norma Técnica- NTE INEN 2204.....                          | 62 |

## Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 2.1</b> Algunos contaminantes emitidos por automóviles.....                                 | 8  |
| <b>Tabla 2.2</b> Técnicas espectroscópicas .....   | 11 |
| <b>Tabla 2.3</b> Ejemplos de equipos analizadores de emisiones gaseosas de automotores livianos..... | 13 |
| <b>Tabla 2.4</b> Contaminantes emitidos por los automóviles y efectos adversos.....                  | 19 |
| <b>Tabla 2.5</b> Valores de indicadores bioquímicos (biometría hemática) .....                       | 23 |
| <b>Tabla 3.1</b> Vehículos livianos a gasolina .....   | 28 |
| <b>Tabla 3.2</b> Conductores profesionales S.Ch.P.Ch.....  | 28 |
| <b>Tabla 3.3</b> Conductores profesionales S.Ch.P.Ch que cumplen criterios de inclusión .....        | 29 |
| <b>Tabla 3.4</b> Técnica analítica de análisis por indicador bioquímico.....                         | 32 |
| <b>Tabla 4.1</b> Resultados de cuantificación de gases .....   | 34 |
| <b>Tabla 4.2</b> Análisis descriptivo de datos (emisiones gaseosas) .....                            | 35 |
| <b>Tabla 4.3</b> Correlación de Spearman: Coeficientes/ probabilidades entre %CO y CO g/Km .....     | 36 |
| <b>Tabla 4.4</b> Correlación de Spearman: Coeficientes/ probabilidades entre ppm HC y HC g/Km .....  | 36 |
| <b>Tabla 4.5</b> Resultados del análisis de biometría hemática .....                                 | 37 |
| <b>Tabla 4.6</b> Análisis descriptivo de datos (biometría hemática) .....                            | 38 |
| <b>Tabla 4.7</b> Análisis descriptivo de normalidad para datos de Biometría hemática ....            | 40 |
| <b>Tabla 4.8</b> Análisis de Componentes principales /Autovalores .....                              | 41 |
| <b>Tabla 4.9</b> Análisis de Componentes principales .....   | 42 |
| <b>Tabla 4.10</b> Matriz de correlación/probabilidades.....  | 43 |
| <b>Tabla 4.11</b> Matriz de correlación entre variables Dependiente/ Independiente .....             | 44 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 3.1</b> Vista panorámica del Parque vial .....  | 25 |
| <b>Figura 3.2</b> Diagrama de proceso: Cuantificación de gases emitidos por vehículos livianos a gasolina.....      | 30 |
| <b>Figura 3.3</b> Diagrama de proceso: Determinación de indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática..... | 31 |
| <b>Figura 4.1</b> Biplot: componentes principales.....  | 43 |

## Lista de Abreviaturas

|  |      |
|--|------|
| Glóbulos blancos                               | WBC  |
| Glóbulos rojos                                 | RBC  |
| Hemoglobina                                    | HBG  |
| Hematocrito                                    | Hto  |
| Volumen corpuscular medio                      | VCM  |
| Concentración de hemoglobina corpuscular media | CMHC |
| Hemoglobina corpuscular media                  | HCM  |
| Óxidos de nitrógeno                            | NOx  |
| Óxidos de carbono                              | COx  |

## Resumen

Uno de los problemas ambientales más preocupantes a nivel mundial es la contaminación del aire. La investigación aborda una evaluación de emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre indicadores bioquímicos de riesgo en conductores del Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo; sintetiza la manifestación problemática, que incluye la perspectiva a nivel regional abordando su repercusión como problema de salud, siendo éste la búsqueda de la existencia de correlación entre la exposición personal a emisiones de automotores livianos e indicadores bioquímicos de riesgo (biometría hemática), mediante un enfoque investigativo cuantitativo; nivel correlacional explicativo, transversal. En lo referente a la muestra se trabajó con la población por ser un número finito y factible, tanto en automotores livianos a gasolina como conductores de esos vehículos. En las pruebas a emisiones gaseosas se determinó monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos utilizando un equipo compacto de análisis de emisiones para vehículos a gasolina, y en muestras sanguíneas de los individuos (conductores profesionales) los parámetros circunscritos en la biometría hemática, la aplicación de quimiometría se obtuvieron mediante una técnica instrumental espectrofotométrica y de impedancia. Para el análisis de datos se utilizó herramientas estadísticas inferencial. Concluyéndose la incidencia de gases contaminantes emitidos por vehículos gasolina sobre la variación de indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática, correlacionados positivamente entre el monóxido de carbono y la hemoglobina, glóbulos blancos, eritrocitos, VCM y HCM. Los hidrocarburos tienen correlación positiva en la concentración de glóbulos rojos, blancos y HCM.

Palabras clave: Emisiones gaseosas, vehículos livianos, biometría hemática.

## Abstract

One of the most worrying environmental problems worldwide is air pollution. The research deals with an evaluation of gaseous emissions from light vehicles and their influence on biochemical risk indicators in drivers of the Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo; synthesizes the problematic manifestation, which includes the perspective at the regional level addressing its impact as a health problem, this being the search for the existence of a correlation between personal exposure to light automotive emissions and biochemical risk indicators (blood counts), through a quantitative investigative approach; explanatory, cross-sectional correlational level. Regarding the sample, we worked with the population because it is a finite and feasible number, both in light gasoline vehicles and drivers of these vehicles. In the gaseous emissions tests, carbon monoxide, carbon dioxide, nitrogen oxides and hydrocarbons were determined using a compact emission analysis unit for gasoline vehicles, and in blood samples of individuals (professional drivers) the circumscribed parameters in the hematic biometry, the application of chemometrics were obtained by means of an instrumental spectrophotometric and impedance technique. For data analysis, inferential statistical tools were used. Concluding the incidence of polluting gases emitted by gasoline vehicles on the variation of biochemical indicators associated with hematic biometry, positively correlated between carbon monoxide and hemoglobin, white blood cells, erythrocytes, VCM and HCM. Hydrocarbons have a positive correlation in the concentration of red and white blood cells and HCM.

Key-words: Gaseous emissions, light vehicles, hematic biometry.

## Introducción

A nivel mundial a partir de la segunda mitad del siglo XX, se ha puesto en evidencia un cambio vertiginoso en el medio ambiente, situación problemática que deriva en la contaminación del agua, aire, suelo y el agotamiento del ozono debido a las emisiones químicas causadas por las actividades del ser humano; generando cambio climático, problemas relacionados con la salud, lluvia ácida, efecto invernadero, entre otros (Zayas & Cabrera, 2007).

El desarrollo y avances de la tecnología han traído consigo los medios de transporte, de modo particular al automóvil, mismos que incrementan las fuentes de polución y emisión de gases con productos generados por la combustión del combustible como la gasolina o el diésel (Pineda et al., 2018).

Los vehículos con motor de combustión interna, que por su propia naturaleza emiten diversos contaminantes como óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno y material particulado (Caballero y Tolvett, 2011), sujetos a cambios constantes, por consiguiente, las emisiones contaminantes son variables. Se puede verificar que existen investigaciones que buscan evaluar los niveles de contaminación del aire por presencia de partículas totales suspendida, son de interés por sus posibles efectos negativos sobre los seres vivos y los materiales, así como sobre la visibilidad, la estética y el clima.

Al evaluar los factores de emisión considerando la composición de combustibles utilizados principalmente por vehículos livianos en el Ecuador según Llanes et al. (2018) la gasolina denominada Súper fue el combustible con menor cambio de contaminación entre el inicio y el final de la prueba, garantizando de alguna manera un porcentaje de emisión estable, mientras que los demás combustibles fluctuaron más entre el inicio y el final de la prueba, sin embargo se puede apreciar que existe emisiones de hidrocarburos, oxígeno y óxido nitroso en cualquier combustible analizado en la prueba.



Romero et al. (2006) verifica que la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial, y menciona la importancia de los sistemas integrados de vigilancia de la calidad del aire y su repercusión como problema de salud.

Según la Organización Mundial de la Salud (2016), las personas que han estado expuestas al aire con altos niveles de partículas en suspensión durante muchos años tienen un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cáncer y se determinó que la contaminación del aire exterior es cancerígena para los humanos. Las partículas del aire contaminado se han relacionado con una mayor incidencia de cáncer, especialmente cáncer de pulmón. También se observó una asociación entre la contaminación del aire exterior y el aumento de los cánceres de vejiga y del tracto urinario.

En la actualidad se tiene evidencia científica que decenas de miles de sustancias son contaminantes y actúan en asociación con otras o con factores ambientales como la temperatura, la humedad y la velocidad del viento, pero pocas están siendo monitoreadas. El cambio climático afecta la exposición a alérgenos externos y está asociado con la exacerbación de enfermedades del tracto respiratorio superior e inferior. Las interacciones entre las exposiciones ambientales interiores y exteriores y los factores del huésped influyen en la aparición y el desarrollo de enfermedades alérgicas de por vida (González-Díaz et al., 2022).

La presente investigación se circunscribe en la contribución de la solución del problema ¿Existe relación significativa entre la exposición personal a emisiones de automotores livianos e indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática?. De ese modo fomentar la evaluación de las emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana en conductores profesionales.

# Capítulo I: El problema de la investigación

## 1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005) estima que unos 80.000 adultos morían en grandes urbes europeas a causa de la exposición constante a los contaminantes del tráfico, ligado con la disminución de la calidad del aire debido al incremento de la concentración de varios gases y material particulado al cual se expondrían un 92% de la población mundial, con un aire que pasa el límite establecido por la OMS.

La contaminación del aire causa morbilidad y mortalidad significativas en pacientes con enfermedades inflamatorias de las vías respiratorias, como rinitis alérgica, sinusitis crónica, asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (González-Díaz et al., 2022). Este efecto ahondado con el cambio climático y la pérdida de biodiversidad son amenazas importantes para la salud humana. En las últimas décadas se ha visto un aumento de las enfermedades alérgicas, como el asma y la rinoconjuntivitis. Hasta un 40% de la población mundial puede desarrollar algún tipo de enfermedad alérgica, lo que afecta significativamente la calidad de vida de las personas con enfermedades alérgicas, siendo la contaminación ambiental una de las causas de su aparición.

Los elevados niveles de dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, y monóxido de carbono pueden tener efectos negativos en la salud humana, tales como: irritar los pulmones y reducir la función pulmonar, así como reducir la resistencia a las infecciones respiratorias, una de las más comunes es la hipoxia tóxica; aumenta el número de infecciones respiratorias y empeora los síntomas de enfermedades respiratorias crónicas, asma y alergias en pacientes en los que la exposición al dióxido de nitrógeno se asoció con una mayor incidencia de bronquitis, especialmente en ancianos e inmunodeprimidos.

Dado el origen de estos gases la emisión de automotores, los niveles elevados de gases tóxicos, pueden ir acompañados de niveles altos de partículas en suspensión,

así como de otros contaminantes como los hidrocarburos aromáticos policíclicos o los metales pesados.

## **1.2 Delimitación del problema**

El estudio se delimita a conductores profesionales que desempeñan sus funciones en el Parque vial de la Escuela de Capacitación para conductores profesionales de Chimborazo, las muestras de gases de emisión en vehículos livianos a gasolina y muestra sanguínea a conductores con al menos cuatro años de ejercicio de actividad laboral.

## **1.3 Formulación del problema**

¿Existe relación significativa entre la exposición personal a emisiones de automotores livianos e indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática?

## **1.4 Variables:**

Las variables investigativas se encuentran definidas como:

Variable independiente: Gases de emisión (vehículos livianos a gasolina)

Variable dependiente: Biometría hemática (conductores profesionales).

## **1.5 Objetivo general**

Evaluar las emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana en conductores profesionales.

## **1.6 Objetivos específicos**

- Establecer la concentración de gases contaminantes (NO<sub>x</sub> y CO<sub>x</sub>) emitidos por vehículos livianos a gasolina, del Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo.
- Determinar los parámetros de la biometría hemática como Indicadores bioquímicos influenciados en la actividad laboral en conductores profesionales del Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo.

- Relacionar la incidencia de gases contaminantes emitidos por vehículos gasolina sobre la variación de indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática, en conductores profesionales.

## 1.7 Hipótesis

Ho: No existe correlación entre la exposición personal a emisiones de automotores livianos e indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática.

Ha: Existe correlación entre la exposición personal a emisiones de automotores livianos e indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática.

## 1.8 Justificación

El presente trabajo de investigación se realiza debido a la existente necesidad de minimizar el impacto sobre la salud humana en función de las actividades laborales, en este caso particular en la conducción profesional de automotores livianos.

La implementación de acciones concretas que permitan evaluar con parámetros normados las emisiones gaseosas en vehículos automotores livianos, así como los indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática en los conductores profesionales que pueden verse afectados por la exposición a gases nocivos.

Se justifica además la investigación al considerar a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) cuyo propósito es crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos del planeta, ya que su aporte se alinea al; objetivo 3: Salud y bienestar, que persigue la buena salud considerándola como esencial para el desarrollo sostenible, extendiéndose hasta nuevos problemas de salud, como las enfermedades no transmisibles, en éste sentido los principales beneficiarios serán los conductores profesionales del Sindicato de Choferes profesionales de Chimborazo.

Del mismo modo la investigación se circunscribe al objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles, pues no se ha evidenciado país en el mundo sin los dramáticos efectos del cambio climático, cuyas emisiones de gases de efecto invernadero van en aumentando se estima un 50% superior al nivel de 1990. Se observa cambios en sistema climático debido al calentamiento global, cuyas consecuencias serán irreversibles sino se crean políticas y acciones concretas para evitarlo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2022).

## **1.9 Alcance y limitaciones**

La presente investigación tiene por alcance comprobar la hipótesis investigativa donde se busca relacionar la incidencia de gases contaminantes emitidos por vehículos gasolina sobre la variación de indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática, en conductores profesionales.

## **CAPÍTULO II: Marco teórico referencial**

En este capítulo se exponen las bases teóricas sobre: emisiones gaseosas de vehículos livianos, de forma particular cuyo combustible es la gasolina, e indicadores bioquímicos asociados a exposición personal de gases tóxicos. Dando un especial énfasis en los métodos de análisis químico y equipos de determinación.

### **2.1 Emisiones gaseosas**

#### **2.1.1 Emisiones gaseosas liberadas por los vehículos automotores**

Los motores de combustión interna son los más utilizados en los vehículos de motor, siendo la energía mecánica lo que permite su funcionamiento.

La energía mecánica es indispensable para poner en funcionamiento las diferentes máquinas, esta energía se puede obtener utilizando energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La más utilizada es la energía térmica que se obtiene de la quema de los combustibles de naturaleza orgánica tales como los hidrocarburos. Dentro de los equipos que transforman la energía térmica en trabajo se encuentran los motores de combustión interna, los cuales consumen el 80% de la energía derivada de los hidrocarburos a nivel mundial. Los motores de combustión interna transforman la energía térmica del combustible en trabajo útil Morales & Hernández, 2014, p.3).

Llanes et al. (2018) señala que las emisiones gaseosas liberadas por los vehículos automotores ocasionan efectos peligrosos en la salud de los seres humanos, siendo la principal ruta de exposición las vías aéreas (inhalación), además de los alimentos, agua potable contaminada, absorción por la piel. La exposición por inhalación afecta directamente los sistemas respiratorio, nervioso y cardiovascular de los seres humanos, provocando deficiencias pulmonares, distintas enfermedades e incluso la muerte.

Los automotores de modo general emiten contaminantes de tres formas: emisiones evaporativas, emisiones de partículas por el desgaste tanto de llantas como de frenos y mediante el tubo de escape (Tipanluisa et al., 2017).

En este sentido, el proceso de combustión no es perfecto, y en consecuencia, los motores de los automóviles emiten varios tipos de contaminantes. En la tabla 2.1 se muestran algunos de los contaminantes generados por procesos evaporativos (producidos por la evaporación del combustible cuando el automotor se encuentra estacionado o en marcha) y por tubo de escape.

**Tabla 2.1**

*Algunos contaminantes emitidos por automóviles*

| Tipo de emisión       | Contaminantes emitidos   |
|-----------------------|--|
| Por el tubo de escape | Hidrocarburos,<br>Monóxido de carbono<br>Óxidos de nitrógeno<br>Bióxido de carbono<br>Bióxido de azufre,<br>Plomo<br>Amoniac |
| Evaporativas          | Hidrocarburos  |

*Nota.* Las evaporativas corresponden a los gases producidos por el motor, aceites o refrigerantes de tanque de almacenamiento. Los depósitos se liberan con mayor frecuencia cuando se quema el combustible y se elimina por el tubo de escape.

### 2.1.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor

Los estándares de emisión de vehículos son un conjunto de requisitos reglamentarios, los límites aceptables de emisión de gases de los vehículos combustión interna son cada vez más restrictivos, y tienen que ser los fabricantes de vehículos propulsado por combustibles fósiles, quienes mejoren sus políticas de fabricación de ese modo garanticen el mínimo impacto de las emisiones gaseosas al medio ambiente.

Los límites de emisión de vehículos son una herramienta de política técnica clave que se puede utilizar para reducir las emisiones de los vehículos. Los protocolos de prueba de emisiones para camionetas livianas se basan en períodos de transición que reflejan patrones de manejo específicos del país (Tipanluisa et al., 2017).

Sobre la base al mencionado autor, la cantidad promedio de contaminantes emitidos por un tipo de vehículo están íntimamente relacionados con los factores de emisión, octanaje del combustible, tales como revoluciones por minuto del motor (rpm), y altura del lugar de las mediciones, sobre las emisiones de CO, CO<sub>2</sub>, HC y O<sub>2</sub>. Las concentraciones de éstos gases una vez medidos son expresados términos de masa de contaminante generado por unidad de combustible consumido o unidad de distancia recorrida, éstos factores se convierten en un indicador para las jurisdicciones ambientales de cada país

En 1963, Estados Unidos introdujo las primeras medidas para reducir la contaminación de los vehículos con motores de combustión interna. Con la introducción de la Ley de Aire Limpio (CAA), se ordenó la adopción de estándares de control de calidad del aire en todo el mundo.

Las principales restricciones legales sobre emisiones gaseosas de los vehículos de motor son:

- California Air Resources Board, o regulación CARB emitida por la Junta de Recursos del Aire de California.
- Environmental Protection Agency o EPA de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos de Norte América.
- La regulación EURO de la Unión Europea.
- Y en Asia, la regulación Japonesa.

En el país la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2204 establece los límites permitidos de emisiones emanadas por fuentes móviles terrestres a gasolina, y refiere, a los hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) como los gases de mayor acción contaminante, siendo éste último el más peligroso por su propiedades físicas: inoloro e incoloro, formado por la combustión incompleta por déficit de disponibilidad de oxígeno (Antamba, Reyes, & Granja, 2016).

Los límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina, que su modelo sea superior al año 2000 considerando la marcha mínima o



ralentí (prueba estática), durante su funcionamiento en y en condiciones de temperatura normal de trabajo, no debe emitir al aire monóxido de carbono más de 1% en el intervalo de altura de 0 -3000 msnm, e hidrocarburos en cantidades superiores a 200 ppm medidos en el mismo intervalo de altura (NTE INEN 2204, 2017).

En cuanto a los límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina según la NTE INEN 2204, segunda revisión (2017) para vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros, en prueba dinámica, no debe emitir al aire valores superiores a: monóxido de carbono 2,3 g/Km, hidrocarburos 0,2 g/km, óxidos de nitrógeno 0,15, en ciclos de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina (también conocido como MVEG-A).

### **2.1.3 Equipos que permiten analizar emisiones gaseosas**

Dentro de los análisis químicos se pueden citar, a los Métodos Ópticos de análisis que incluyen: Espectrofotometría de absorción UV-V, Métodos luminiscentes y Espectroscopía atómica. Así también los Métodos Electroanalíticos, específicamente Métodos potenciométricos y Métodos voltamperométricos, existen también Métodos automatizados de análisis. Entre los métodos de separación resaltan; la Cromatografía: Cromatografía de gases (GC) o líquida (LC) y Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).

Con el desarrollo y la aceptación de técnicas conjuntas, es indiscutible que la combinación de técnicas como: cromatografía de gases (o líquidos) y espectrometría de masas dando lugar a por ejemplo: cromatografía líquida-resonancia magnética, ionización por plasmas-espectrometría de masas, entre otros; sumado a la amplia gamificación de los ordenadores acoplados a los instrumentos analíticos y ciertos postulados como, la aplicación de la transformada de Fourier para generar las novedosas técnicas: espectroscopías de infrarrojo conforme con la transformada de Fourier (FTIR), y de resonancia magnética nuclear de pulsos (de carbono 13) (Srur et al, 2012).

Los métodos espectroquímicos, mismos que de acuerdo a Skoog (1998) y citado en Grossi et al. (2014) se basan en utilización de radiaciones ultravioletas e infrarroja (IR) y no solo la radiación visible; a pesar que, el ojo humano no es sensible a las dos primeras formas de radiación, clasificándose en cuatro categorías: basados en la emisión, luminiscencia, dispersión, basados en la absorción.

Las técnicas de análisis basadas en espectroquímica, resultan eficaces, debido a su rapidez e identificación simultánea de varios analitos aún si las muestras presentan la injerencia de elementos extraños, de modo particular los datos de IR usando análisis quimiométrico se obtienen estimaciones de parámetros edáficos con un grado de certeza elevado, siendo una estrategia de trabajo más amigable en el ámbito ambiental (Rodríguez et al., 2016).

De las cuales se desprenden las técnicas espectroscópicas, referidas en la Tabla 2.2:

**Tabla 2.2**

*Técnicas espectroscópicas*

| Espectroscopía                               | Fundamento químico  |
|--|---|
| UV-VIS:                                      | Interacciones de radiación ultravioleta con la muestra  |
| RMN: resonancia magnética nuclear            | Transición del spin nuclear de nivel de spin baja a alta energía  |
| ESR: electronic spin resonance               | La interacción con la muestra sumergida en un campo magnético se da con una onda electromagnética en la región del microondas <sup>a</sup>                  |
| CD: circular dichroism                       | Los espectros de dicróismo circular, en la fotoemisión se refiere a un cambio en la intensidad espectral en función de la polarización de la luz incidente. |
| IR: infrarojo                                | Interacciones de radiación de infrarrojo cercano con la muestra   |
| EFA: espectroscopia de fluorescencia atómica | La energía es utilizada para empujar un electrón del estado basal a un estado excitado  |

|   |  |
|---|--|
| ICP. MS: ionization coupled plasm           | La espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo es una tecnología de análisis elemental capaz de detectar la mayor parte de la tabla periódica de elementos en niveles de miligramos a nanogramos por litro. |
| EM: espectrometría de masas                 | Esta técnica espectroquímica busca medir razones masa/carga de iones.  |
| Laser                                       | Los electrones son elevados a un nivel electrónico inestable.  |
| Raman                                       | La dispersión inelástica de radiación incidente a través de sus interacciones con moléculas en vibración, La espectroscopia Raman es adecuada para polvos sólidos secos y es no destructivo.   |
| EIS: electrochemical impedance spectroscopy | La espectroscopia de impedancia eléctrica reconoce al inducir señales eléctricas alternas, las propiedades eléctricas de materiales y sistemas a diferentes frecuencias y medir las señales de respuesta. <sup>b</sup>                 |
| Rayos X                                     | Esta técnica también se conoce como X-espectroscopía de fluorescencia de rayos, se basa en la utilizando electrones de alta energía como fuente de excitación.   |
| MS: Mössbauer                               | La fuente de rayos gamma de la espectroscopía Mössbauer se puede mover en dirección del absorbente para producir las pequeñas variaciones de energía necesarias  |
| ATR: Attenued total reflectance             | La técnica consiste en el paso de un haz de radiación infrarroja (IR) a través de un cristal transparente al IR y de alto índice de refracción, sobre el que está colocada la muestra. <sup>c</sup>                                    |

Nota: <sup>a</sup>Moyano et al. (2019). <sup>b</sup> Fernández-Segovia et al. (2012). <sup>c</sup> Pemble & Gardner, (2009).

Con la base en los principios espectroscópicos se han desarrollado equipos que permiten analizar emisiones gaseosas en diversos tipos de automotores, y con una diversidad de técnicas espectroscópicas como se observa en la tabla 2.3:

**Tabla 2.3**

*Ejemplos de equipos analizadores de emisiones gaseosas de automotores livianos*

| Equipo                      | Fundamento espectroscópico <sup>a</sup>                                 |
|-----------------------------|---|
| PEMS de marca Honda         | Espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR)        |
| PREVIEW de la compañía Ford | Absorción de rayos ultravioleta   |
| HORIBA                      | Analizadores de infrarrojos no dispersos                                |
| Bloque MIVECO               | Absorción en el espectro Ultravioleta                                   |
| MAHA                        | Basado en el principio de absorción de radiación infrarroja no dispersa |

Nota: <sup>a</sup> Risco et al. (2016)

En el Ecuador, la medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna se encuentra establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria de Gestión ambiental, aire: vehículos automotores, determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o "ralentí". prueba estática (NTE INEN 2204); misma que determina el método de ensayo para cuantificar la concentración de las emisiones derivadas del sistema de escape de vehículos, en condiciones de marcha mínima o "ralentí, provistos con motor de encendido por chispa.

## 2.2. Efectos peligrosos en la salud de los seres humanos por exposición a gases de emisión

### 2.2.1 Salud humana

La concepción de salud depende de la interacción de variados factores desde los sociales, políticos, culturales, económicos y científicos. Como señala Sosa (2018):

La salud no es solamente un concepto médico y es en gran medida determinada socialmente ya que se vincula con tradiciones, costumbres, actitudes y juicios de valor de los grupos sociales a los que pertenecen las personas; de esta interacción social dependen las conductas y hábitos que pueden crear en las personas buenos estilos de vida o no; por este motivo, la evaluación de la salud no puede limitarse exclusivamente a factores clínicos (p.33).

Una definición aceptada con respecto a la Salud, es la emitida por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1948), y citada por Alcántara (2008) “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (p.5), derivándose de allí que la salud también corresponde a condiciones históricas, ya que la sociedad puede tener una visión particular de ella en cualquier momento. De hecho, cada época corresponde a una determinada estructura de poder, estructura ideológica, estructura tecnológica, de valores, costumbres, creencias y normas no reproducibles.

La salud del ser humano evoluciona como resultado de algunos determinantes, derivando a lo que puede entenderse como salud; un proceso que a su vez constituye un recurso en el acontecer vital de las personas (Herrero, 2016).

Dado que la concentración de la población con la industria y tráfico de automóviles en las zonas urbanas; crea un desequilibrio ecológico que afecta gravemente a la recuperación ambiental, por ello la importancia de la responsabilidad de todos nutrir y mantener un ambiente limpio y seguro para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras, considerando la que el rol de proteger, curar y promover la salud recae no solo en los

trabajadores de la salud, sino también en todos aquellos que de una u otra forma afectan el medio ambiente, desde el entorno inmediato al trabajo y el hogar, a nivel regional, nacional e internacional (Amable et al., 2017).

### **2.2.2 Riesgos laborales**

El trabajo brinda a las personas las herramientas para aprender habilidades que les permitan mejorar su capacidad de contribuir al desarrollo de las personas y las familias, siendo pilar fundamental en la vida de las personas y un sustento económico para tanto individual como familiar, además que permite conectar a las personas con su entorno, brindándoles satisfacción, crecimiento personal y una positividad que ayuda a sentir de la felicidad (Ruíz-Frutos et al., 2022).

En este ámbito se integra la vigilancia de las actividades laborales, donde mediante la observación de la distribución y tendencia de los fenómenos de interés de modo continuo, que no son más que las condiciones de trabajo concebidos como factores de riesgo y los efectos sobre el trabajador, definiéndolos como riesgos. El término “vigilancia de la salud” engloba una serie de técnicas con objetivos y metodologías distintas, que van desde la recolección sistemática y constante de datos acerca de los problemas específicos de salud; análisis, interpretación y aplicación en la planificación, ejecución y valoración de programas de salud (Basantes et al., 2017). “El objetivo principal de la vigilancia laboral es la prevención” (Ruíz-Frutos et al., 2022), el mismo autor aborda la importancia de la evaluación y la aplicación de la medicina basa en evidencias diagnósticas.

En el caso específico de las personas que se dedican a la actividad laboral de la conducción, se configuran como una población que están expuestos a diversos riesgos, incluida la exposición a ruidos, emisiones gaseosas, vibraciones y temperaturas inapropiados. Las condiciones de trabajo, salud y calidad de vida de los conductores, así como el miedo constante a un ataque o accidente de tránsito. Al abordar este tipo de trabajo se puede generalizar, que la actividad está directamente relacionada con la salud física y mental del individuo, ya que un cierto

nivel de estrés, fatiga y agotamiento harán o deshabilitarán una buena conducción (Sepúlveda et al., 2020).

### 2.2.3 Gases con efecto tóxico

Un contaminante de modo general puede causar diferentes efectos nocivos: tóxicos, eco tóxicos, así como; químicos y físicos. Recientes estudios refieren que los contaminantes persistentes son los causantes de grandes problemas medio ambientales y para la salud humana (Serrano, 2011). Existen varios criterios para organizar a los contaminantes, dentro de estos se destaca:

- Contaminantes Peligrosos: asociados a 188 compuestos carcinógenos y no carcinógenos, un alto porcentaje son compuestos orgánicos volátiles (COV) USEPA (2013).
- Contaminantes Criterio: son utilizados para valorar la calidad del aire e instituir niveles legales para la formulación de programas de control que resguarden la salud y también el ambiente, siendo estos: dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, material particulado (PM), plomo (Pb), monóxido de carbono y ozono INECC (2013).

Otra clasificación aborda a los contaminantes como emitidos directamente desde la fuente y se los denomina Contaminantes Primarios; plomo, monóxido de carbono, amoníaco, material particulado, óxidos de azufre (SOX) y de nitrógeno (NOX), hidrocarburos (HC), halógenos, sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), entre otros y los Contaminantes Secundarios: originados por la interacción entre dos o más contaminantes primarios en la atmósfera, o por reacciones con los agentes naturales (humedad, precipitación pluvial, viento, radiación solar o temperatura); ozono, nitratos, material particulado, sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), ácido sulfúrico entre otros.

El impacto de estos contaminantes emitidos y su influencia sobre la salud humana es una preocupación constante por los organismos de control que en función de las diversas normativas consideran a ciertos gases como, Gases contaminantes para el monitoreo siendo éstos:

**Hidrocarburos (HC)**, este grupo integra a compuestos que químicamente se encuentran constituidos básicamente por carbono e hidrógeno. En los estudios sobre niveles de calidad del aire, el parámetro hidrocarburos integran a otros compuestos orgánicos volátiles, como aldehídos y los alcoholes. Por lo general los hidrocarburos no son directamente peligrosos para la salud en concentraciones dispersas en el aire. Sin embargo, debido a las reacciones químicas que tienen lugar en la troposfera, juegan un papel importante en la formación de nitrógeno, de dióxido y ozono, que representan una amenaza para la salud y el medio ambiente. De este grupo de compuestos; el metano (CH<sub>4</sub>) no participa en estas reacciones. Dado que los otros hidrocarburos (no parafinas) son reactivos y forman contaminantes atmosféricos secundarios, los estudios de calidad del aire se han centrado en ellos (Horowitz, 1982).

Según estudios epidemiológicos realizados por Romieu (1990) concluye que en conductores de camiones y furgonetas cuyo combustible es el diésel, expuestos a gases de escape tenían un 50 % más de peligro de cáncer de vejiga. La estimación refiere que 9 de cada 100.000 personas expuestas al menos a 1 µg/m<sup>3</sup> de benzo[a]pireno (un hidrocarburo aromático policíclico) desarrollarán cáncer durante su vida. El benzo[a]pireno no ha identificado un nivel mínimo de carcinogenicidad.

El **monóxido de carbono (CO)**, cuyas características físicas lo definen como un gas ligeramente más denso que el aire, incoloro, inodoro. Es emitido por fuentes naturales y artificiales. Las fuentes antropogénicas forman CO a partir de la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono en vehículos de motor, plantas industriales, sistemas de calefacción, centrales térmicas y plantas de incineración de residuos. El tiempo de residencia y la turbulencia en la cámara de combustión, el punto de inflamación y el exceso de oxígeno afectan la formación de monóxido de carbono. La transformación de CO a **CO<sub>2</sub>** en la atmósfera es lenta y tarda de dos a cinco meses (Masterson et al, 1985). La generación de este gas en los centros urbanos de en el contexto regional (América Latina), los vehículos automotores generan entre el 60% y más del 90% de las emisiones de CO (OECD/IEA, 1991).



La alta afinidad de la hemoglobina (Hb) por el CO genera la toxicidad, produciendo la carboxihemoglobina (COHb), misma que no es capaz de transportar O<sub>2</sub> y produciendo hipoxia tisular. Múltiples factores son los responsables de los niveles de COHb y se encuentran en función de; la exposición, el volumen sanguíneo, el grado de ventilación alveolar, y la actividad metabólica (Bartolomé et al, 2010).

La exposición a concentraciones de 1 g/m<sup>3</sup> de CO eleva los niveles de COHb en sangre por encima del 30 % y provoca un rápido aumento de la frecuencia cardíaca que puede provocar coma y convulsiones. La exposición a 1,83g/m<sup>3</sup> en un lapso de una a dos horas da como resultado un 40 % de carboxihemoglobina en la sangre (MARC, 1991). Los efectos generados debido a exposiciones a concentraciones de por ejemplo 45 mg/ m<sup>3</sup> de monóxido de carbono durante más de dos horas afecta la capacidad de raciocinio de una persona. Entre dos y cuatro horas de exposición a 200 mg/m<sup>3</sup> se incrementa el nivel de COHb en la sangre y aumenta la posibilidad de padecer dolor de cabeza con valores de 10% y 30%.

El **dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)** se genera regularmente por la oxidación del azufre en presencia de oxígeno, poseyendo como una fuente primaria de contaminación por la combustión de combustibles fósiles, por ejemplo, la gasolina, diésel, carbón, petróleo, entre otros. Cuando este gas sufre oxidación en la atmósfera produce sulfatos, que alcanzan ser transportados en el material particulado y que en presencia de humedad forman ácidos (González, 2015).

Los efectos sobre la salud del dióxido de azufre incluyen enfermedades respiratorias como el asma y la inmunidad pulmonar debilitada, el empeoramiento de las enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes y la muerte. Los niños y las personas adultas mayores son los más afectados. Los óxidos de azufre, que generalmente se los denota como SO<sub>x</sub>, forman ácidos de acción corrosiva cuando se hidratan con la humedad en la mucosa conjuntival y respiratoria, causando irritación e inflamación aguda y crónica. Tienden a ser absorbidos en partículas suspendidas, creando un mayor riesgo debido a su efecto sinérgico (García et al., 2013).

Por otro lado, las emisiones de amoníaco son muy importantes para el medio ambiente porque este contaminante suele reaccionar con los gases: SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub> para formar partículas de orden secundarias como sulfato de amonio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] y nitrato de amonio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) correspondientemente, que reducen significativamente la capacidad visual. La exposición a altos niveles de esta contaminación puede causar irritación de la piel, neumonía e incluso edema.

De modo resumido se puede apreciar en el Tabla 2.4, las relaciones entre tipo de emisión, contaminante y efecto adverso sobre la salud en seres humanos.

**Tabla 2.4**

*Contaminantes emitidos por los automóviles y efectos adversos*

| Contaminantes emitidos | Efecto adverso   |
|------------------------|--|
| Hidrocarburos          | Cáncer de vejiga<br>Carcinogenicidad   |
| Monóxido de carbono    | Afectación en la capacidad de raciocinio.<br>Incremento del pulso, lo que provoca coma y convulsiones.                           |
| Óxidos de nitrógeno    | Inflamación de la membrana mucosa del árbol traqueo bronquial<br>Bronquitis  |
| Bióxido de carbono     | Efecto invernadero   |
| Bióxido de azufre      | Tos, malestar en el pecho  |
| Plomo                  | El plomo en la sangre está vinculado a una mayor incidencia de hipertensión arterial.<br>Disminución en el cociente intelectual. |
| Amoniaco               | Irritación de la piel, inflamación pulmonar e incluso edema pulmonar.  |

## 2.2.4 Indicadores Bioquímicos en seres humanos

Se recurre a los indicadores bioquímicos para identificar deficiencias subclínicas, en el ámbito de la salud pueden valerse para confirmar un diagnóstico por defecto o exceso, o para evaluar una terapia específica.

La medición de los indicadores bioquímicos puede realizarse sobre los cofactores o precursores activos en los líquidos biológicos o en células sanguíneas, como el caso de la biometría hemática (FAO; OPS; WFP; UNICEF, 2018).

Se consideraría a la biometría hemática, o citometría hemática como el examen de laboratorio clínico de gran utilidad y de mayor frecuencia solicitado para el diagnóstico clínico. Siendo un conjunto de indicadores; debido a que en un solo análisis se estudian tres líneas celulares completamente diferentes: leucocitaria, eritroide y plaquetaria, que no sólo ubican a patologías hematológicas; sino a enfermedades de diferentes órganos y sistemas (López, 2016).

## 2.2.5 Biometría hemática

La evaluación e interpretación cuidadosa de los parámetros citomorfológicos del cuadro sanguíneo completo proporciona información sobre los trastornos primarios y otros no hematológicos de los tejidos hematopoyéticos, lo que amplía la gama de diagnósticos diferenciales (Hurtado, 2010). Acogiéndose a la división de este autor la Biometría hemática circunscribe el estudio de:

### **Serie roja (eritroide)**

En este tipo de serie es evaluada la cantidad de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito. Son varios los parámetros que se encuentran influenciándola; la altura sobre el nivel del mar, género del paciente y edad. La cantidad de hemoglobina en cada glóbulo rojo y el tamaño de cada glóbulo rojo es el índice eritrocitario, es un dato importante para orientar las posibles causas de patologías como la anemia en los pacientes; estos valores se calculan en un dispositivo automatizado con mucha precisión.

La proteína contenida en el eritrocito es la hemoglobina; cuya función principal es el transportar el O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> de los pulmones a los tejidos e inversamente.

La principal función de los glóbulos rojos (también llamados eritrocitos) su forma es de disco aplanado con una leve depresión en el centro. Alrededor del 3% de la hemoglobina en el plasma es libre, y cada vez que la sangre circula por los capilares, se filtra mediante la membrana capilar hacia el espacio tisular o a través de la membrana glomerular del riñón hacia el filtrado glomerular (Guyton, 2006).

El número promedio de eritrocitos por milímetro cúbico es de 5.200.000 ( $\pm$ 300.000) en hombres; 4.700.000 ( $\pm$ 300.000) para mujeres (Ojeda, 2011). Las personas que viven en altitudes elevadas tienen más eritrocitos, como aprecia en la Tabla 1.5.

- Glóbulos rojos (RBC) Indica el número de glóbulos rojos existentes en un volumen de sangre y generalmente los valores se encuentran entre 4,2 hasta 5,9 millones de células por mm<sup>3</sup>.
- La hemoglobina (HBG). Calcula los valores de hemoglobina contenidos en un volumen de sangre, los valores oscilan entre de 13 a 18 g/dL para los hombres y de 12 a 16 g/dL para las mujeres.
- Hematocrito (Hto). Representa el porcentaje de la sangre total ocupada por las células rojas en la sangre y los parámetros usuales son; 45% -52% en hombres y 37% -48% las mujeres.

### **Serie leucocitaria**

Los leucocitos son células nucleadas en la sangre; incluyen neutrófilos, eosinófilos, monocitos y basófilos segmentados y en bandas, que forman parte de la inmunidad innata de cada individuo. Los linfocitos corresponden a las células involucradas en la inmunidad adaptativa. En los niños, la distribución de los glóbulos blancos varía según la edad, pero es importante recordar que además del porcentaje, en el análisis de sangre se debe tener en cuenta el valor absoluto de cada uno de ellos; así, los neutrófilos absolutos deben ser mayores de 1000/mm<sup>3</sup> en los primeros seis meses de vida y mayores de 1500/mm<sup>3</sup> después de esa edad.

WBC (glóbulos blancos) el conteo señala el número de glóbulos blancos en la sangre y generalmente sus valores se encuentran entre 4.300 y 10.800 células/(mm<sup>3</sup>). Se enumeran por separado las células en el diferencial de leucocitos.

### **Serie plaquetaria**

En la biometría hemática, el tercer componente es de plaquetas. A diferencia de los glóbulos rojos y blancos, los recuentos de plaquetas son constantes a lo largo de la vida, Las máquinas automatizadas que se utilizan en la actualidad también proporcionan datos de plaquetas. Las plaquetas circulantes imitan discos elípticos; son fragmentos del núcleo citoplasmático de megacariocitos en la médula ósea, que contienen solo unas pocas mitocondrias, glucógeno y partículas específicas importantes para la coagulación. Los cambios numéricos en las plaquetas se pueden evaluar teniendo en cuenta el volumen plaquetario promedio: alto significa proliferación acelerada en la médula ósea (anemia hemolítica, aumento de los trastornos circulatorios) y bajo significa producción reducida de plaquetas.

- Volumen corpuscular medio (MCV) se encuentra definido como la medida de la longitud media o el volumen de un glóbulo rojo típico en una muestra sanguínea y sus valores generalmente se encuentran entre 80 y 100 fentolitros.
- Hemoglobina corpuscular media (MCH) es la cantidad de hemoglobina presente en un glóbulo rojo normal y sus valores normales son de 27 hasta 32 picogramos.
- Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) Calcula la concentración media de hemoglobina en un volumen sanguíneo, y de modo normal está comprendida entre 32% -36%.

En función de los rangos referenciales de la técnica analítica, éstos pueden variar de un laboratorio a otro, de modo sintético se presentan valores referenciales en el Tabla 2.5:

**Tabla 2.5.***Valores de indicadores bioquímicos (biometría hemática)*

| Indicador  | Abreviatura | Parámetros <sup>a</sup>  |
|--|-------------|--|
| Glóbulos blancos<br>*10 <sup>3</sup> /uL               | WBC         | Hombres: 6,73 * 10 <sup>3</sup> ± 1,45<br>Mujeres: 7,07 * 10 <sup>3</sup> ± 1,56 |
| Glóbulos rojos<br>*10 <sup>6</sup> /uL                 | RBC         | Hombres: 5,47 ± 0,32<br>Mujeres: 4,85 ± 0,29                                     |
| Hemoglobina<br>g/dL                                    | HBG         | Hombres: 16,70 ± 0,89<br>Mujeres: 14,50 ± 0,84                                   |
| Hematocrito<br>%                                       | Hto         | Hombres: 48,03 ± 2,38<br>Mujeres: 42,60 ± 2,25                                   |
| Volumen corpuscular medio<br>FI                        | VCM         | Hombres: 88,04 ± 3,35<br>Mujeres: 88,37 ± 3,69                                   |
| Concentración de hemoglobina<br>corpuscular media<br>% | CMHC        | Hombres: 34,64 ± 0,78<br>Mujeres: 34,06 ± 0,78                                   |
| Hemoglobina corpuscular<br>media<br>Pg                 | HCM         | Hombres: 30,52 ± 1,19<br>Mujeres: 30,20 ± 1,28                                   |

*Nota:* <sup>a</sup> Sáenz et al. (2008). Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana, empleando analizador SYSMEX XE-2100

## 2.2.6 Métodos de análisis hematológico

Las técnicas de análisis químico espectroquímicas, tienen un amplio espectro de acción desde la industria hasta los análisis bioquímicos sin dejar a un lado los medios

ambientales, Asociando a otros métodos o entre espectroscopías y pudiéndose lograr estimaciones de parámetros con alto grado de eficiencia con mediante la aplicación de quimiometría.

En lo referente al análisis de biomoléculas una de las técnicas espectroscópicas utilizada es la impedancia; definida como la oposición manifestada por materiales biológicos frente al paso de una corriente eléctrica alterna, misma que se descompone en dos módulos: una rea, determinada por el paso de la corriente a través de las soluciones electrolíticas intra y extracelulares y otra en orden imaginario, que depende de las propiedades dieléctricas de los tejidos o por la acumulación momentánea de cargas sobre las membranas celulares (Aristizábal-Botero, 2010).

Para la realización de los análisis de biometría hemática se parte de una muestra sanguínea, que es extraída generalmente de una vena, de la parte interior del codo o en su defecto del dorso de la mano. El sitio de punción es limpiado y desinfectado. Una vez que se ha recogido la muestra de sangre, se retira la aguja y se cubre el sitio de punción para detener cualquier sangrado (Aleman, 2014).

El principal componente de la célula es la membrana celular, siendo la célula es la unidad básica funcional de la materia viva (Rodríguez, Uriarta, Palazuelos, & Pérez, 2012). La membrana se encuentra estructurada bicapa lipídica donde se encuentran las proteínas que permiten la generación de canales para el intercambio iónico líquido extracelular (Salazar, 2004). El mismo autor explica éste fenómeno como un efecto de su carga superficial y a su alta resistencia, las membranas celulares presentan un comportamiento no conductor y por tal razón se representa como un par de placas de un condensador eléctrico; como resultado, los iones cargados eléctricamente se mueven y se depositan en ambos lados de la membrana al aplicar un campo eléctrico constante.

## CAPÍTULO III: Diseño metodológico

### 3.1. Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba misma que se encuentra a una altitud de 2.754 metros sobre el nivel del mar, en el Parque vial de la Escuela de Capacitación para conductores profesionales de Chimborazo regentada por el Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo (S.Ch.P.Ch).

La Escuela de conducción ofrece cursos de profesionalización con la finalidad de formar conductores profesionales con una mentalidad crítica y reflexiva, provistos de principios y valores, actitudes positivas y conocimientos, capaces de desarrollar destrezas y habilidades que le permitan conducir en una forma segura respetando las leyes y normas de tránsito que además coadyuvan en el cambio y la transformación social. Cuenta entre otros, con un Parque vial para las prácticas de conducción como se puede apreciar en la Imagen 3.1, vehículos tipo para cada una de las categorías (C, D y E) e instructores certificados para las clases prácticas.

**Figura 3.1**

*Vista panorámica del Parque vial*



*Nota:* Secretaría del S.Ch.P.Ch



## 3.2 Metodología

En este apartado se expone los fundamentos que justifican la metodología utilizada para la investigación del problema; indagar si existe relación significativa entre la exposición personal a emisiones de automotores livianos e indicadores bioquímicos de riesgo (Biometría hemática), enfoque, tipo, diseño técnicas e instrumentos, que son los medios que facilitaron u orientaron el desarrollo del trabajo investigativo.

### 3.2.1 Concepción metodológica teórica

#### 3.2.1.1 Enfoque de investigación

**Cuantitativo:** El enfoque de la investigación fue cuantitativo, conforme con la recopilación de los datos de las emisiones de gases contaminantes producidas por los motores de vehículos livianos a gasolina, se utilizaron instrumentos de medición y análisis para este propósito. En tal virtud, este enfoque “la ruta cuantitativa, el investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para responder a las preguntas de investigación exploratorias o descriptivas (si es que no se tienen hipótesis).” (Hernández & Mendoza, 2018)

#### 3.2.1.2 Tipos de Investigación

El tipo de investigación según el lugar donde se recogieron las informaciones o datos necesarios, se circunscriben en:

##### **De campo**

Se aplicó la investigación de campo debido a que se realizó en el lugar de los hechos, según Chávez (2007) en este tipo de investigación:

La información se recoge directamente de la realidad que se investiga, en el lugar, área, espacio, ambiente, institución, comunidad, donde ocurre el fenómeno o donde está ubicado el hecho u objeto; para posteriormente ser procesada. El investigador se dirige al sitio para recolectar los datos que luego procesará. (p. 142)

### **Bibliográfica.**

Es bibliografía porque se recopiló información sobre las variables en estudio: y emisión de gases de vehículos automotores livianos a gasolina e indicadores bioquímicos (Biometría hemática).

### **Laboratorio**

Las muestras recogidas fueron analizadas de modo independiente a saber; para muestras sanguíneas en laboratorio clínico y de gases mediante prueba de campo con equipo portátil.

## **3.2.1.3 Diseño de la investigación**

### **Cuasi- experimental**

El diseño de la investigación fue experimental del tipo cuasi experimental, puesto que se trabajó con la toma de las emisiones de gases de los vehículos de la muestra seleccionada midiéndose los resultados obtenidos. Así este diseño se refiere a diseños de investigación experimentales, los mismos que buscan identificar los características y aspectos relevantes del problema focal, en los que determinen las relaciones que representan la situación problémica e identificar su problema, con la selección de elementos del conocimiento (Curbeira et al., 2017).

El diseño concibió la aplicación de la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 204: 2002 para la determinación de emisiones y gases contaminantes de los vehículos livianos.

Para la cuantificación de los indicadores bioquímicos (biometría hemática) se realizará mediante método analítico específico para cada indicador bioquímico descrito en la tabla 3.1.

## **3.2.2 Unidad de análisis**

### **3.2.2.1 Población de estudio**

La población de estudio se encontró constituida por dos segmentos: el primero por gases emitidos por vehículos livianos a gasolina que son parte de flota vehicular de

la Escuela de Capacitación para conductores profesionales de Chimborazo y el segundo por muestra sanguínea de los conductores de estos vehículos en calidad de instructores de conducción vehicular.

La tabla 3.1, expone los 12 tipos de vehículos livianos a gasolina seleccionados para realizar el diagnóstico de emisiones de gases de los motores, y clasificados por el kilometraje según refiere la norma técnica NTE INEN 2 204: 2002.

**Tabla 3.1**

*Vehículos livianos a gasolina*

| Kilometraje | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-------------|------------|----------------|
| >100000Km   | 4          | 33,33          |
| < 100000Km  | 8          | 66,67          |
| Total       | 12         | 100            |

*Nota:* datos generados en octubre 2022.

La tabla 3.2 muestra la conformación de los conductores profesionales del Sindicato de Choferes profesionales de Chimborazo que ejercen sus actividades como Instructores de conducción:

**Tabla 3.2**

*Conductores profesionales S.Ch.P.Ch*

| Población | Conductores <sup>a</sup> | Porcentaje (%) |
|-----------|--------------------------|----------------|
| Hombres   | 27                       | 90             |
| Mujeres   | 3                        | 10             |
| Total     | 12                       | 100            |

*Nota:* <sup>a</sup> secretaria del S.Ch.P.Ch

**Muestra:**

Hernández & Mendoza (2018), definen a la muestra como un “subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población (de manera probabilística)”.

Alineado a los criterios de los mismos autores, el tipo de muestreo fue no probabilístico debido a que no dependió de razones probabilísticas sino a las ajustadas con los criterios de inclusión.

Se trabajó con toda la población vehicular debido que el número de automotores livianos es reducido.

En cuanto los instructores de conducción (conductores profesionales) se aplicó criterios de inclusión que se detallan a continuación:

1. Al menos 4 años de ejercicio profesional (conducción vehicular)
2. Desempeño de actividad laboral a tiempo completo (8 horas diarias)
3. No registro en la historia clínica de ingreso a las actividades con enfermedades precedentes, excepto diabetes, hiper o hipotiroidismo.
4. No fumador
5. No más de un instructor por vehículo liviano

Generándose la siguiente conformación de conductores profesionales para la extracción de sangre intravenosa:

**Tabla 3.3**

*Conductores profesionales S.Ch.P.Ch que cumplen criterios de inclusión*

| Población | Conductores | Porcentaje (%) |
|-----------|-------------|----------------|
| Hombres   | 12          | 100            |
| Total     | 12          | 100            |

*Nota:* datos generados en octubre 2022.

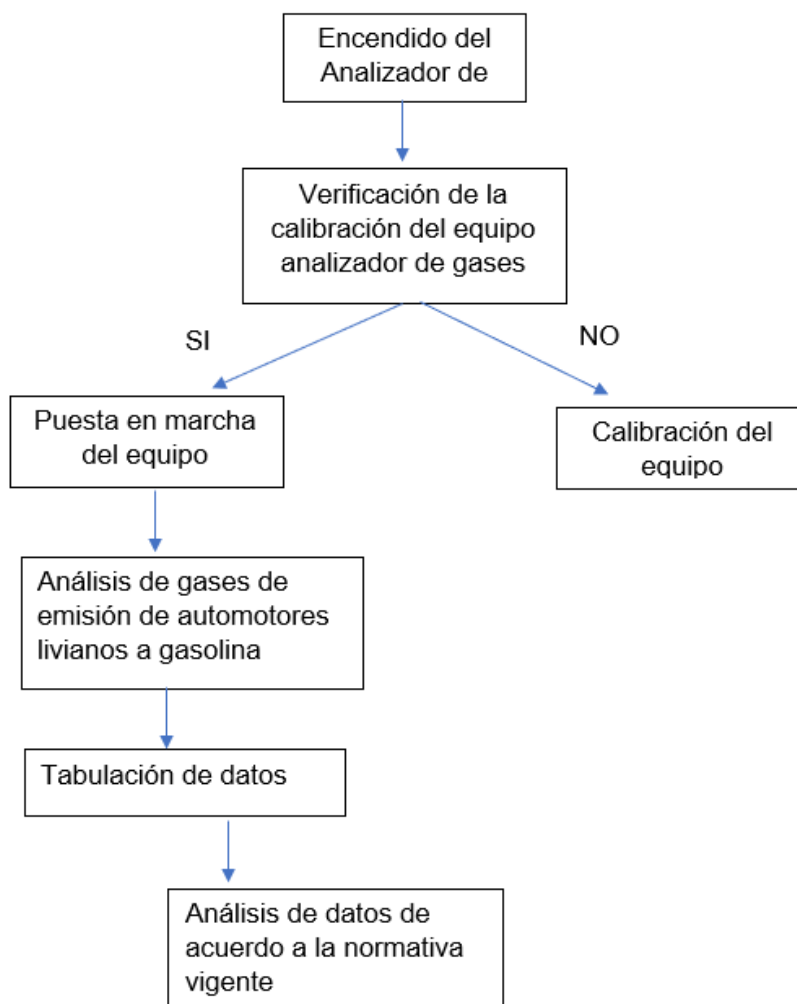
### 3.2.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

#### 3.2.3.1 Técnica para la cuantificación de emisión de gases

Para la cuantificación de emisión de gases de los vehículos livianos a gasolina se aplicó la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 204: 2002 para la determinación de emisiones y gases contaminantes de los vehículos livianos a gasolina, mediante el uso del equipo compacto de análisis de emisiones para vehículos a gasolina MGT5 Marca MAHA, cuyo proceso se encuentra diagramado como se muestra en la Figura 3.2:

**Figura 3.2**

*Diagrama de proceso: Cuantificación de gases emitidos por vehículos livianos a gasolina*

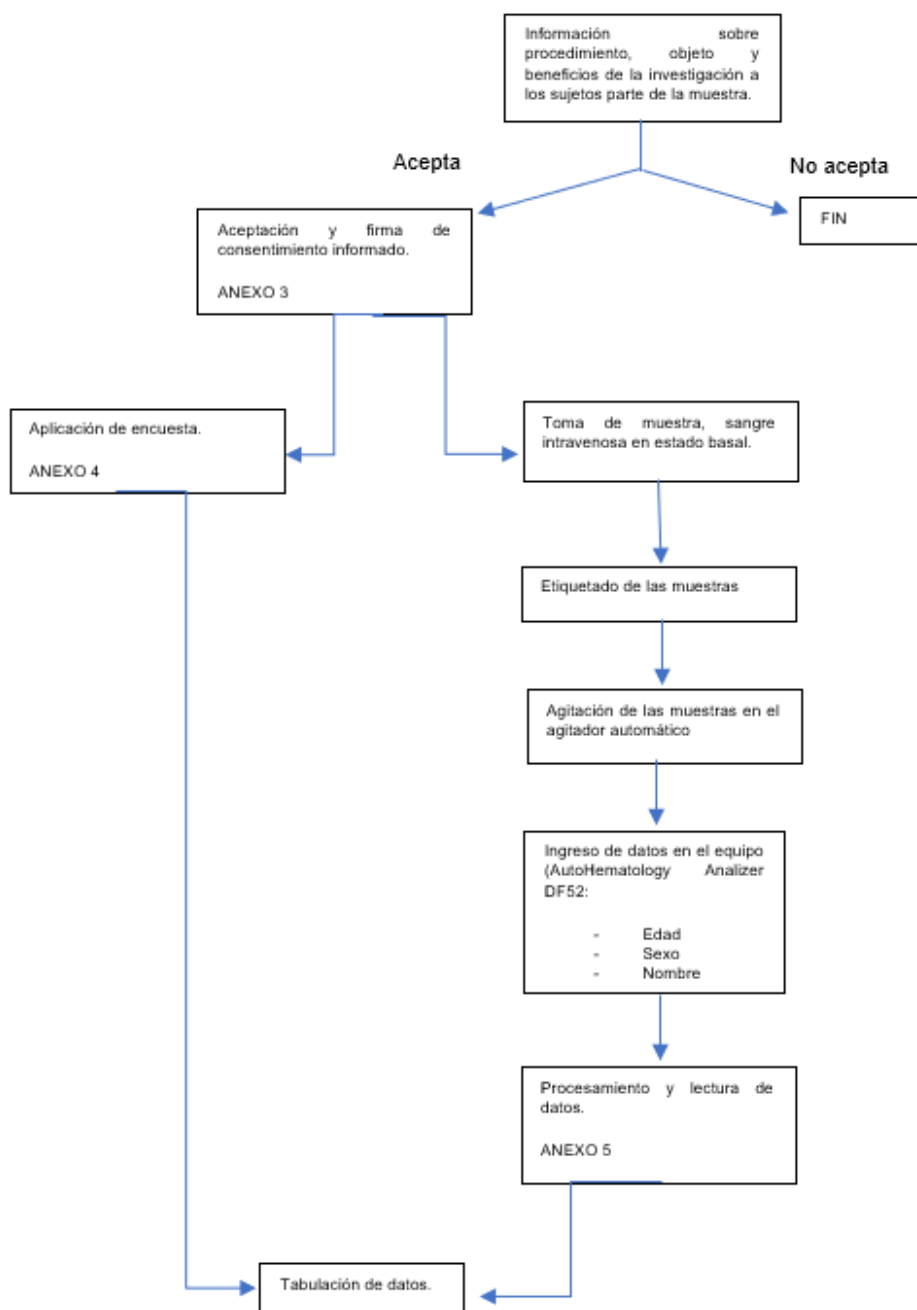


### 3.2.3.2 Técnicas para la realización de la Biometría hemática

Para la determinación de los valores de los indicadores de biometría hemática se siguió el siguiente proceso descrito en la Figura 3.2:

**Figura 3.3**

*Diagrama de proceso: Determinación de indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática*



**Tabla 3.4***Técnica analítica de análisis por indicador bioquímico*

| Serie             | Indicador                                      | Abreviatura | Método de análisis clínico   |
|-------------------|--|-------------|------------------------------|
| Blanca            | Glóbulos blancos                               | WBC         | Impedancia                   |
| Roja              | Glóbulos rojos                                 | RBC         | Impedancia                   |
|                   | Hemoglobina                                    | HBG         | Espectrofotometría           |
|                   | Hematocrito                                    | Hto         | Cálculo basado en Impedancia |
| Índices hemáticos | Volumen corpuscular medio                      | VCM         | Cálculo basado en Impedancia |
|                   | Concentración de hemoglobina corpuscular media | CHCM        | Cálculo basado en Impedancia |
|                   | Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo  | HCM         |                              |

### 3.3 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos y su fundamento químico se describen:

- Cuantificación de Gases de emisión en vehículos automotores livianos, mediante equipo compacto de análisis de emisiones para vehículos a gasolina MGT5 Marca MAHA, el equipo presta las características más importantes en lo referente al periodo de calibración, manejo del equipo y costos, según lo validado por Núñez (2018).
- Biometría hemática por método instrumental con el equipo Autohematology Analyzer Modelo DF52.

### 3.4 Técnicas de análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el software InfoStat/L, tanto para el cálculo de parámetros de estadística descriptiva (media, desviación estándar, entre otros), e inferencial que permitió estimar parámetros y probar la hipótesis investigativa, con la aplicación del análisis multivariante cuya finalidad fue calcular, explicar y pronosticar el grado de relación que pudiera existir entre las interacciones de las variables, el caso particular de la presente investigación; los parámetros de la biometría hemática y del análisis de gases.

El carácter multivariante del análisis se caracteriza no sólo en el número de variables sino en las diversas combinaciones existentes entre las variables, y que no es posible por métodos univariantes o bivariantes, considerándose el tamaño de muestra (12) siendo mayor que el número  $p$  de variables que será necesaria una muestra aleatoria cuyo tamaño  $n$  sea mayor que el número  $p$  de variables estimadas.



## CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados

### 4.1 Análisis de resultados cuantificación de gases de emisión de vehículos livianos

Considerando la altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm) de la ciudad de Riobamba, lugar de realización de las pruebas a los vehículos livianos a gasolina; los resultados de las pruebas estática y dinámica (2500 rpm a 3000 rpm) se exponen en la Tala 4.1:

**Tabla 4.1**

*Resultados de cuantificación de gases*

| No.<br>VEHÍCULO | RELANTÍ (2700msnm) |       | PRUEBA DINÁMICA (2700msnm) |            |             |               |             |
|-----------------|--------------------|-------|----------------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
|                 | Unidades           | % CO  | ppm HC                     | CO<br>g/km | HC<br>g/km  | HC*<br>g/Km   | NOx<br>g/km |
| 1               |                    | 0,4   | 37                         | 2,3        | 0,18        | 0             | 0           |
| 2               |                    | 0,45  | 40                         | 1,9        | 0,2         | 0             | 0           |
| 3               |                    | 0,38  | 32                         | 2,2        | 0,19        | <b>0,0019</b> | 0,01        |
| 4               |                    | 0,2   | 40                         | 1,8        | 0,17        | 0             | 0           |
| 5               |                    | 0,025 | 18                         | <b>2,4</b> | 0,18        | <b>0,0018</b> | 0,01        |
| 6               |                    | 0,28  | 25                         | 2,2        | 0,19        | 0             | 0           |
| 7               |                    | 0,2   | 48                         | 1,5        | 0,17        | 0             | 0           |
| 8               |                    | 0,24  | 37                         | 2,25       | 0,13        | 0             | 0           |
| 9               |                    | 0,03  | 15                         | 2,2        | 0,19        | 0             | 0           |
| 10              |                    | 0,39  | 42                         | 1,75       | <b>0,21</b> | 0             | 0           |
| 11              |                    | 0,4   | 41                         | 2,3        | 0,15        | 0             | 0           |
| 12              |                    | 0,38  | 38                         | 1,8        | 0,12        | 0             | 0           |

*Nota:* Los valores resaltados se encuentran fuera de los límites de valores estándar, considerando el año de fabricación.

Los parámetros cuantificados en %CO y ppm HC bajo condición estática o de relantí, se aprecia que en ninguno de los casos se encuentran fuera de los valores de

referencia de la NTE INEN 22:04, y en la prueba dinámica; el vehículo número 10 presenta valores sobre el límite superior del estándar en hidrocarburos, lo cual representa un 8,33%, el automotor 5 presenta una concentración de monóxido de carbono superior a la establecida por la norma (8,33%) y los vehículos 3 y 5 para óxidos de nitrógeno (16,67%).

Los resultados de la presente investigación se ven ratificados por lo expuesto en 2021 por Velenpucha & Sabando, quienes reportan como resultados de emisiones contaminantes producidos por los vehículos de la década del 2000 en adelante, durante la prueba dinámica y estática, que sus valores se encuentran dentro de los parámetros de emisiones contaminantes que la NTE INEN 2204 exige.

**Tabla 4.2**

*Análisis descriptivo de datos (emisiones gaseosas)*

| Variable        | Prueba   | n  | Media       | D.E.        | Mín   | Máx    |
|-----------------|----------|----|-------------|-------------|-------|--------|
| % CO            | Estática | 12 | 0,28        | 0,15        | 0,025 | 0,45   |
| ppm HC          |          | 12 | 34,42       | 10,07       | 15    | 48     |
| CO g/km         | Dinámica | 12 | <b>2,05</b> | <b>0,29</b> | 1,5   | 2,4    |
| HC g/km         |          | 12 | <b>0,17</b> | <b>0,03</b> | 0,12  | 0,21   |
| HC* NOx<br>g/Km |          | 12 | 0,00        | 0,00        | 0     | 0,0019 |
| Nox g/km        |          | 12 | 0,00        | 0,00        | 0     | 0,01   |

*Nota:* n (número de datos), D.E (desviación estándar), Mín (valor mínimo), Máx (valor máximo). Los valores resaltados se encuentran fuera de los valores estándar.

Para Tipanluisa (2017) los factores de mayor efecto significativo para el CO, son el octanaje en las mismas condiciones de altura. Explicando entonces la menor emisión de CO con gasolina de 87 octanos, que es el octanaje utilizado por los vehículos investigados. El valor medio para emisiones de CO es de 2,05 con un D.E de 0,29 en la prueba dinámica es decir Las rpm significativamente en la variable.

**Tabla 4.3**

*Correlación de Spearman: Coeficientes/ probabilidades entre %CO y CO g/Km*

| Variable | % CO   | CO g/km    |
|----------|--------|------------|
| % CO     | 1      | 0,98251647 |
| CO g/km  | -0,007 | 1          |

*Nota:* CO (monóxido de carbono) cuantificado en porcentaje y en gramos por kilómetro.

La prueba de correlación Spearman al 95% confianza, arrojó como resultado una correlación positiva excelente entre el %CO en prueba estática y CO en g/Km.

**Tabla 4.4**

*Correlación de Spearman: Coeficientes/ probabilidades entre ppm HC y HC g/Km*

| Variable | ppm HC     | HC g/km    |
|----------|------------|------------|
| ppm HC   | 1          | 0,65209019 |
| HC g/km  | -0,1453937 | 1          |

*Nota:* HC (Hidrocarburos) cuantificados en partes por millón y en gramos por kilómetro.

La prueba de correlación Spearman al 95% confianza, arrojó como resultado una correlación positiva moderada entre el %HC en prueba estática y HC en g/Km.

## 4.2 Análisis de resultados de las pruebas de biometría hemática en conductores profesionales

Conforme con los análisis de sangre; biometría hemática, se muestran los datos en la tabla 4.5, resaltando aquellos que se encuentran fuera de los valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana (Saéñz et al, 2009).

**Tabla 4.5**

*Resultados del análisis de biometría hemática*

| Conductor profesional | Eritrocitos<br>( $10^6 / \mu\text{L}$ ) | Hemoglobina<br>(g/dL) | Hematocrito<br>(%) | Volumen corpuscular medio VCM<br>fL | Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo HCM<br>Pg | Concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM<br>% | Glóbulos blancos<br>( $10^3 / \mu\text{L}$ ) |
|-----------------------|---|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|---|--|--|
| 1                     | 6                                       | 17,9                  | 54                 | 90                                  | 30  | 33   | 6,1  |
| 2                     | 5,58                                    | 18,2                  | 55                 | 99                                  | 33  | 33   | 7,4  |
| 3                     | 5,89                                    | 18,5                  | 56                 | 95                                  | 31  | 33   | 5,4  |
| 4                     | 6,17                                    | 19                    | 57                 | 92                                  | 31  | 33   | 7,2  |
| 5                     | 5,63                                    | 17,3                  | 51                 | 91                                  | 31  | 34   | 7,4  |
| 6                     | 5,81                                    | 18,4                  | 55                 | 95                                  | 32  | 33   | 5,5  |
| 7                     | 5,77                                    | 17,9                  | 54                 | 94                                  | 31  | 33   | 5,5  |
| 8                     | 6,41                                    | 19,9                  | 61                 | 95                                  | 31  | 33   | 7,7  |
| 9                     | 5,94                                    | 17,7                  | 55                 | 93                                  | 30  | 32   | 7,1  |

|    |      |      |    |    |    |    |     |
|----|------|------|----|----|----|----|-----|
| 10 | 5,9  | 17,6 | 53 | 90 | 30 | 33 | 8,7 |
| 11 | 5,26 | 17,2 | 52 | 99 | 33 | 33 | 7   |
| 12 | 6    | 18,3 | 56 | 93 | 31 | 31 | 5,7 |

*Nota:* en todos los casos la morfología celular fue normal.

El análisis descriptivo de los datos obtenidos de las pruebas de biometría hemática a los conductores profesionales objeto del estudio se muestran en la tabla 4.6, se evidencia que: la media de Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo HCM, Volumen corpuscular medio VMC, Hematocrito y la Hemoglobina se encuentran sobre el límite superior de los valores de referencia.

**Tabla 4.6**

*Análisis descriptivo de datos (biometría hemática)*

| Variable  | N  | Media             | D.E.       | Mín  | Máx  |
|---|----|-------------------|------------|------|------|
| Glóbulos blancos                                    | 12 | 6,725             | 1,06183803 | 5,4  | 8,7  |
| Concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM | 12 | <b>32,8333333</b> | 0,71774056 | 31   | 34   |
| Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo HCM   | 12 | <b>31,1666667</b> | 1,0298573  | 30   | 33   |
| Volumen corpuscular medio VMC                       | 12 | <b>93,8333333</b> | 3,01008406 | 90   | 99   |
| Hematocrito   | 12 | <b>54,9166667</b> | 2,57464325 | 51   | 61   |
| Hemoglobina   | 12 | <b>18,1583333</b> | 0,75372811 | 17,2 | 19,9 |
| Eritrocitos   | 12 | 5,86333333        | 0,29363965 | 5,26 | 6,41 |

*Nota:* n (número de datos), D.E (desviación estándar), Mín (valor mínimo), Máx (valor máximo). Los valores resaltados se encuentran fuera de los valores estándar.

Diversos estudios relacionan las alteraciones hematológicas con la cronicidad de la exposición a gases de emisión en varios componentes de la sangre, haciendo una comparación de los datos obtenidos en el presente estudio se nota la media de glóbulos blancos que se encuentra dentro de los límites de los valores de referencia (Saéñz et al, 2009), en concordancia con el estudio realizado por Haro et al (2012) en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de benceno- tolueno-xileno, mientras que para Moran et al (2017) la media es superior, en trabajadores estaciones de servicio. Chávez y Poveda (2016) reportan en trabajadores estaciones de servicio que 4,9% de los trabajadores presentaron leucopenia y el 93.5 % tuvo un conteo normal con un promedio de  $6.6 \pm 1.3$  glóbulos blancos y únicamente el 1,6% tuvo leucocitosis.

Para la población en estudio la media de eritrocitos se encuentra dentro de los límites de los valores de referencia (Saéñz et al, 2009), en concordancia Chávez y Poveda (2016) donde el 98.4% de los trabajadores evidenciaron un conteo de eritrocitos dentro del valor de referencia, con una media de  $5.49 \pm 0.46$ .

En referencia a los valores medios de hemoglobina, éstos se encuentran sobre de los límites referenciados por Saéñz et al (2009), contrario al estudio de Moran et al (2017) donde la media es inferior, en trabajadores de estaciones de servicio. Para Haro et al (2012) en trabajadores expuestos ocupacionalmente a mezcla de benceno- tolueno-xileno, la hemoglobina se reporta dentro de los parámetros. Chávez y Poveda (2016) obtienen que el 32,8% de despachadores tuvieron concentraciones de hemoglobina por encima del rango con una media de  $18.1 \pm 0.7$  y valores de hasta 19.3 g/dL.

En lo que concierne al hematocrito, su media se encuentra dentro de los valores de referencia (Saéñz et al, 2009), en similitud a los estudios de Moran et al (2017) y Chávez & Poveda (2016).

El valor medio de VCM se encuentra sobre el límite superior de los valores de referencia (Saéñz et al, 2009), en discrepancia a los estudios de Haro (2012), cuyo valor se encuentra en el rango normal.

La Concentración de hemoglobina corpuscular media, según Moran et al (2017) en su estudio reporta un valor medio por debajo del rango de referencia, siendo análogo con los valores del presente estudio.

La normalidad de los datos, se la calculó utilizando el paquete estadístico InfoStat/L, para datos  $n < 50$ , Shapiro\_Wilks modificado.

Se plantea para lo cual plantean la siguientes hipótesis:

*Ho: Los datos de las variables dependientes siguen una distribución normal*

*H1: Los datos de las variables dependientes no siguen una distribución normal*

**Tabla 4.7**

*Análisis descriptivo de normalidad para datos de Biometría hemática*

| <b>Variable</b>                                     | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>D.E.</b> | <b>W*</b> | <b>p(Unilateral D)</b> |
|---|----------|--------------|-------------|-----------|------------------------|
| Glóbulos blancos                                    | 12,0000  | 6,7250       | 1,0618      | 0,8871    | 0,1953                 |
| Concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM | 12,0000  | 32,8333      | 0,7177      | 0,7344    | <b>0,0008</b>          |
| Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo HCM   | 12,0000  | 31,1667      | 1,0299      | 0,8072    | <b>0,0137</b>          |
| Volumen corpuscular medio VMC                       | 12,0000  | 93,8333      | 3,0101      | 0,8876    | 0,1953                 |
| Hematocrito   | 12,0000  | 54,9167      | 2,5746      | 0,9469    | 0,7217                 |
| Hemoglobina   | 12,0000  | 18,1583      | 0,7537      | 0,9297    | 0,5355                 |
| Eritrocitos   | 12,0000  | 5,8633       | 0,2936      | 0,9857    | 0,9921                 |

Los valores que se encuentran resaltados, indican que los datos de la Concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM y la Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo HCM, mismas que siguen una distribución normal, mientras que los demás parámetros no lo hacen.

### 4.3 Análisis multivariado: Componentes principales

Con la información cuantitativa tanto de la variable dependiente como independiente, mediante Análisis de componentes principales (ACP) se busca reducir la información presentada en la data en componentes que acopien la mayor variabilidad de las variables originales de modo estandarizado (León et al., 2008) obteniéndose lo señalado en la Tabla 8:

**Tabla 4.8**

*Análisis de Componentes principales /Autovalores*

| Lambda | Valor      | Proporción | Prop Acum  |
|--------|------------|------------|------------|
| 1      | 2,72148625 | 0,30238736 | 0,30238736 |
| 2      | 2,20977653 | 0,24553073 | 0,54791809 |
| 3      | 1,52397981 | 0,16933109 | 0,71724918 |
| 4      | 0,99009966 | 0,11001107 | 0,82726025 |
| 5      | 0,70404505 | 0,07822723 | 0,90548748 |
| 6      | 0,62630046 | 0,06958894 | 0,97507642 |
| 7      | 0,12104582 | 0,01344954 | 0,98852595 |
| 8      | 0,09911337 | 0,0110126  | 0,99953855 |
| 9      | 0,00415305 | 0,00046145 | 1          |

El número de componentes principales (CP) está dado por aquellos autovalores mayores que uno. En este caso, se aprecia en tres componentes principales correspondiente a lambda ( $\lambda_1 = 2,72, 2,209$  y  $1,53$ ); sin embargo, para el caso se trabajará con dos componentes que recogen la mayor proporcionalidad acumulada.



**Tabla 4.9***Análisis de Componentes principales*

| Variables        | CP 1              | CP 2              |
|------------------|-------------------|-------------------|
| % CO             | <b>0,62330689</b> | 0,38856749        |
| ppm HC           | 0,4643435         | <b>0,70068143</b> |
| CO g/km          | -0,1036033        | -0,5414837        |
| HC g/km          | -0,0698583        | -0,5237061        |
| Hemoglobina      | -0,2086674        | <b>0,75049383</b> |
| VCM              | <b>0,84684334</b> | 0,00570288        |
| HCM              | <b>0,89748155</b> | -0,084581         |
| Glóbulos blancos | -0,1762706        | -0,1331739        |
| Eritrocitos      | <b>-0,7102928</b> | <b>0,64202953</b> |

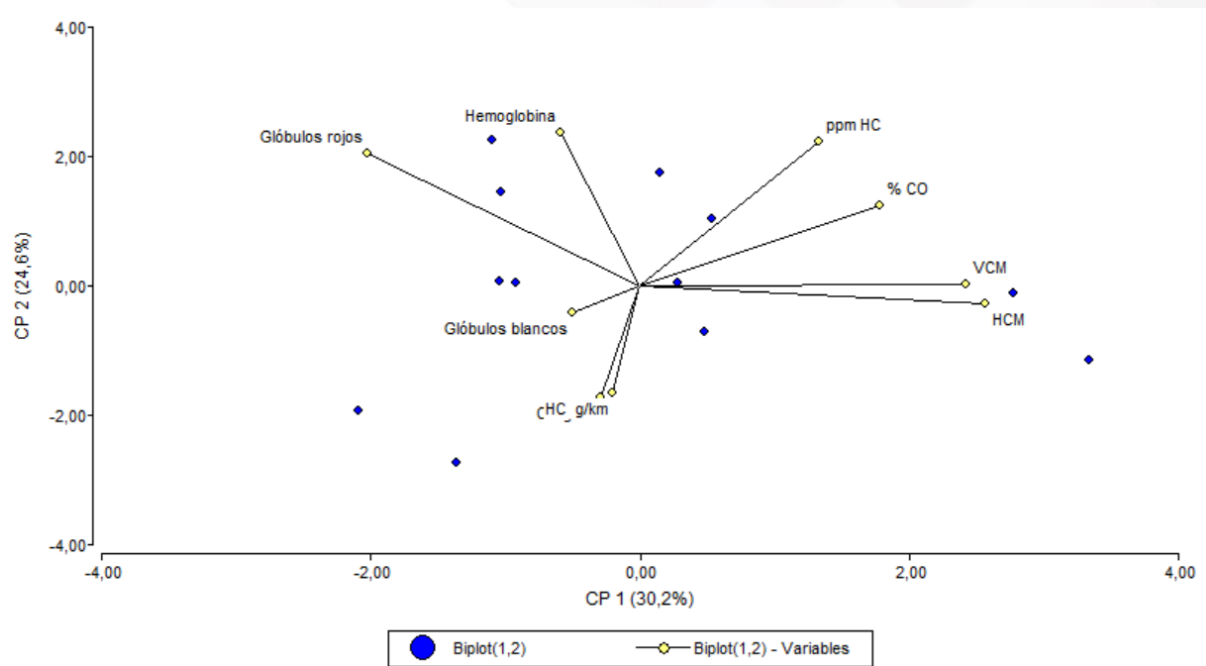
La técnica de componentes principales arrojó como resultado resumir las variables en pocas dimensiones (2). Las correlaciones altas implican dependencia lineal entre las variables, mismas que se exponen en la Tabla 4.9, dando lugar a que se puedan explicar con un número menor de variables llamadas componentes principales 1 y 2.

En el componente principal 1 que explica el máximo de la varianza común disponible en los datos, lo integran el %CO, VCM y HCM e inversamente los Glóbulos rojos, mientras que en el componente principal 2, máximo de la varianza común restante se encuentran; ppm HC, Hemoglobina y eritrocitos y de forma inversa se puede mencionar a CO g/km y HC g/km.

De modo gráfico mediante biplot se muestra, las saturaciones de las variables en cada uno de los componentes principales, facilitándose la interpretación:

**Figura 4.1**

*Biplot: componentes principales*



**Tabla 4.10**

*Matriz de correlación/probabilidades*

| Variable         | % CO         | ppm HC       | CO g/km      | HC g/km | Hemoglobina  | VCM   | HCM          | Glóbulos blancos |
|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|--------------|-------|--------------|------------------|
| % CO             |              |              |              |         |              |       |              |                  |
| ppm HC           | 0,023        |              |              |         |              |       |              |                  |
| CO g/km          | 0,589        | 0,022        |              |         |              |       |              |                  |
| HC g/km          | <b>0,961</b> | 0,467        | <b>0,943</b> |         |              |       |              |                  |
| Hemoglobina      | <b>0,867</b> | 0,573        | <b>0,814</b> | 0,218   |              |       |              |                  |
| VCM              | 0,269        | 0,545        | <b>0,806</b> | 0,624   | <b>0,784</b> |       |              |                  |
| HCM              | 0,246        | 0,509        | <b>0,811</b> | 0,715   | <b>0,909</b> | 0,000 |              |                  |
| Glóbulos blancos | <b>0,729</b> | <b>0,996</b> | <b>0,901</b> | 0,540   | <b>0,886</b> | 0,689 | <b>0,787</b> |                  |
| Eritrocitos      | 0,585        | <b>0,985</b> | <b>0,713</b> | 0,402   | 0,002        | 0,108 | 0,030        | <b>0,868</b>     |

La matriz de correlación generada en el ACP, demuestra la existencia de correlaciones entre los parámetros analizados en emisiones gaseosas y los analizados de biometría hemática, asumiendo como correlación fuerte al coeficiente de correlación cuyo valor sea igual o mayor a 0,70.

**Tabla 4.11**

*Matriz de correlación entre variables Dependiente/ Independiente*

| Variable           | % CO                 | CO<br>g/km   | ppm<br>HC    | HC<br>g/km   |  |  |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--|--|
| <i>Dependiente</i> | <i>Independiente</i> |              |              |              |  |  |
| Hemoglobina        | <b>0,867</b>         | <b>0,814</b> | 0,573        | 0,218        |  |  |
| VCM                | 0,269                | <b>0,806</b> | 0,545        | 0,624        |  |  |
| HCM                | 0,246                | <b>0,811</b> | 0,509        | <b>0,715</b> |  |  |
| Glóbulos blancos   | <b>0,729</b>         | <b>0,901</b> | <b>0,996</b> | 0,540        |  |  |
| Eritrocitos        | 0,585                | <b>0,713</b> | <b>0,985</b> | 0,402        |  |  |

Como se puede apreciar en la tabla 4.11 el monóxido de carbono generado en la prueba en relantí medido en porcentaje como en la prueba dinámica medida en g/Km, tiene correlación positiva con la hemoglobina y glóbulos blancos. Mientras que el CO generado en la prueba dinámica se correlaciona directamente con el VCM, HCM y eritrocitos. En lo que se refiere a la emisión de hidrocarburos, la prueba en relantí se correlaciona positivamente con los glóbulos rojos y blancos, y en la prueba dinámica con el HCM.

## CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

- Se obtuvieron las mediciones de concentración de gases emitidos por los vehículos livianos a gasolina del parque vial de la Escuela de conducción del Sindicato de Choferes profesionales de Chimborazo. En condiciones estáticas; los niveles de monóxido de carbono y de hidrocarburo se encuentran dentro del rango exigido por la norma nacional NTE INEN 2204:2017, mientras que en la prueba dinámica éstos gases se encuentran en promedio en el rango superior de la misma.
- Al relacionar los datos obtenidos en el análisis de gases, se estableció una correlación positiva entre el monóxido formado en la prueba estática y la dinámica, así como la correlación positiva entre la emisión de hidrocarburos en la prueba estática y dinámica.
- En el análisis sanguíneo a los conductores profesionales del Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo en pruebas de biometría hemática se estableció que los valores de: Concentración de hemoglobina corpuscular media, Concentración de hemoglobina por glóbulo rojo, Volumen corpuscular medio, Hematocrito y Hemoglobina en promedio se encuentran sobre los valores establecidos como de referencia, es decir los conductores presentan una policitemia.
- La incidencia de gases contaminantes emitidos por vehículos gasolina sobre la variación de indicadores bioquímicos asociados a biometría hemática, en conductores profesionales, se correlacionan positivamente entre el monóxido de carbono y la hemoglobina , glóbulos blancos, eritrocitos, VCM y HCM, mientras que los hidrocarburos tienen correlación positiva en la concentración de glóbulos rojos, blancos y HCM, es decir la variabilidad de los indicadores bioquímicos se

encuentra relacionada con la cantidad de gases de emisión a los que se encuentran expuestos.

- Se puede establecer como indicadores bioquímicos de riesgo en la población de estudio a la: hemoglobina , glóbulos blancos, eritrocitos, VCM y HCM, por la relación directa con los gases de emisión de vehículos livianos a gasolina.
- Los conductores profesionales de Sindicato de Choferes Profesionales de Chimborazo se encuentran expuestos a gases de emisión de automotores livianos a gasolina, parámetros dentro de los límites permisibles en la norma vigente, pero que presentan potenciales riesgos en la salud como policitemia secundaria a causa de la crónica aspiración de gases tóxicos como monóxido de carbono e hidrocarburos, producidos en la combustión.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar una vigilancia periódica a la variación de los indicadores bioquímicos en conductores profesionales, relacionados con la biometría hemática en función al tiempo de exposición a gases de emisión y tipos de combustibles.
- Se recomienda dar continuidad al trabajo científico realizado, considerando indicadores fisiológicos como función pulmonar.
- Se recomienda realizar estudios donde se valoren nuevos parámetros estándar, no solo frente a la contaminación ambiental sino la influencia sobre indicadores bioquímicos de riesgo, en trabajadores expuestos a éstos gases.

## Bibliografía

- Alcántara Moreno, Gustavo. (2008). La definición de salud de la Organización Mundial de la Salud y la interdisciplinariedad. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*. 9(1), 93-107. SSN: 1317-5815. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41011135004>
- Aleman, O. (2014). *Interpretación de la biometría hemática*. Oid
- Amable Álvarez, Isabel., Méndez Martínez, Jesús., Bello Rodríguez, Berta María. Benítez Fuentes, Betsy., Escobar Blanco, Libertad Manuela., & Zamora Monzón, Rolando. (2017). Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. *Revista Médica Electrónica*, 39(5), 1160-1170. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000500017&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000500017&lng=es&tlng=es).
- Antamba Guasgua, J. F., Reyes Campaña, G. G., & Granja Paredes, M. E. (2016). Comparative study of emission of pollutant gases in vehicle M1, using fuel of the Andean Community. *Enfoque UTE*, 7(3), pp. 110 - 119. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.109>
- Bartolomé Navarro, M<sup>a</sup> Teresa., Amores Valenciano, Pilar., Cuesta Vizcaíno, Encarnación., & Gallego Giménez, Nuria. (2010). Intoxicación por Monóxido de Carbono: una patología poco valorada en Urgencias. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 3(3), 220-222. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2010000300011&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2010000300011&lng=es&tlng=es).
- Basantes Vaca, Viviana., Parra Ferié, Cecilia, García Dihigo, Joaquín., Almeda Barrios, Yoel., & Martínez García, Gretter. (2017). Elaboración de un protocolo para la vigilancia de la salud laboral. *Revista Médica Electrónica*, 39(2), 188-199. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000200005&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000200005&lng=es&tlng=es).
- Caballero, M., & Tolvett, S. (2011). *Análisis de emisiones de vehículos livianos según ciclos de conducción específicos para la región metropolitana. Santiago de Chile*. [Trabajo de grado, Universidad de Santiago de Chile]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104333>

- Curbeira Hernández, D., Bravo Estévez, M. L., & Morales Díaz, Y. C. (2017). Diseño cuasi experimental para la formación de habilidades profesionales. *Universidad y Sociedad*, 9(5), 24-34. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Chávez, N. (2007). *Introducción a la Investigación Educativa* (Tercera ed.). La Columna.
- FAO; OPS; WFP; UNICEF. (2018.) *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/CA2127ES/CA2127ES.pdf>
- Fernández-Segovia, I., Fuentes, A., Aliño, M., Masot, R., Alcañiz, M., & Barat, J. M. (2012). Detection of frozen-thawed salmon (*Salmo salar*) by a rapid low-cost method. *Journal of Food Engineering*, 113(2), 210-216. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.06.003.
- García G, M., Ramírez S, H., Ulloa G, H., García G, O., Meulenert P, A, & Alcalá G, J. (2013). Concentración de contaminantes SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y correlación con H<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> durante la temporada de lluvias en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Chilena De Enfermedades Respiratorias*, 29(2), 81–88. <https://revchilenfermrespir.cl/index.php/RChER/article/view/36>
- González-Díaz, S. N., de Lira-Quezada, C. E. ., Villarreal-González, R. V. ., & Canseco-Villarreal , J. I. . (2022). Contaminación ambiental y alergia: Contaminación ambiental y alergia. *Revista Alergia México*, 69(Supl1), s24-s30. <https://doi.org/10.29262/ram.v69iSupl1.1010>
- González Velandia, T. F. ((2015). *Determinación de la calidad del aire en la Universidad Libre seccional Bogotá sede Bosque Popular*. [ Tesis pregrado, Universidad Libre seccional Bogotá sede Bosque Popular]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/10901/7951>
- Grossi, M., Di Lecce, G., Toschi, T. G., & Riccò, B. (2014). Fast and accurate determination of olive oil acidity by electrochemical impedance spectroscopy. *IEEE Sensors Journal*, 14(9), 2947-2954. doi:10.1109/JSEN.2014.2321323.



- Hernández Sampieri, Roberto & Mendoza Torres, Christian Paulina. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa y cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill- educación.
- Herrero Jaén, Sara. (2016). Formalización del concepto de salud a través de la lógica: impacto del lenguaje formal en las ciencias de la salud. *Ene*, 10(2) [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2016000200006&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2016000200006&lng=es&tlng=es).
- Hurtado M, R., Mellado O, Y., Flores R, G., & Vargas Viveros, P. (2010). Semiología de la Citometría hemática. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 53(4), 36-43. <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2010/un104h.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2013). *Contaminantes Criterio*. (Informe Nacional de la Calidad del Aire). [www.inecc.gob.mx/calaires-informacion-basica/523-calaires-contcriterio](http://www.inecc.gob.mx/calaires-informacion-basica/523-calaires-contcriterio)
- León González, Ángel, Llinás Solano, Humberto, & Tilano, Jorge. (2008). Análisis multivariado aplicando componentes principales al caso de los desplazados. *Ingeniería y Desarrollo*, (23), 119-142. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612008000100010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612008000100010&lng=en&tlng=es).
- López Santiago, N. (2016). La biometría hemática. *Acta pediátrica de México*, 37(4), 246-249. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-23912016000400246&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912016000400246&lng=es&tlng=es).
- Llanes Cedeño, E. A., Rocha-Hoyos, J. C., Peralta Zurita, D. B. y Leguísamo Milla, J. C. (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(2), 149-158. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.201>
- Manahan, S. E. (2009). *Environmental Chemistry*. CRC Press, ISBN 9781420059229.
- MARC (Monitoring and Assessment Research Center). (1991). *Health Implications of Averaging Times Shown*. University of London, King's College.
- Morales, R & Hernández, A. (2014), Caracterización de un motor de combustión interna con dos tipos de combustible, Sanfandila: *Instituto Mexicano del Transporte*. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>
- Moyano, M. F. H., Moyano, S. F. H., & Quiroga, L. M. S. (2019). Estudio del comportamiento termotrópico del DPPC mediante la técnica ESR utilizando

- spin probe DTBN. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 163–174.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.3.793>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). *Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina*. (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 Segunda revisión 2017-01).  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2204-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf)
- Núñez Pérez, Carlos Santiago. (2018). *Estudio de emisiones de gases en vehículos a gasolina en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi*. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29538/1/Tesis%20I.%20M.%20507%20-%20N%C3%BA%C3%B1ez%20P%C3%A9rez%20Carlos%20Santiago.pdf>
- Organización Mundial de la Salud OMS. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el óxido de azufre*.  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf;jsessionid=3FA175AE3110CF3EC9D117E2D779FB8C?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=3FA175AE3110CF3EC9D117E2D779FB8C?sequence=1)
- Organization for Economic Cooperation and Development/International Energy Agency, OECD/IEA. (1991). *Greenhouse Gas Emissions: The Energy Dimension*. OECD, Paris.
- Pemble M.E., Gardner P. (2009). *Vibrational Spectroscopy from Surfaces. Surface Analysis – The Principal Techniques*. Gilmore I.S.
- Pineda, B.E., Muñoz,C.H. & Gil, H. (2018). Aspectos relevantes de la movilidad y su relación con el medio ambiente en el Valle de Aburrá: una revisión. *Ingeniería y Desarrollo*. 36 (2), 489-507. <https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10403>
- Risco, Carlos, J., Casanova, M., & Madrid, K. (2016). *Análisis de emisiones de un vehículo en conducción porciudad y renovación del sistema pems utilizado*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Madrid].Repositorio institucional, <https://oa.upm.es/43508/>

- Romieu, Isabelle, Weitzenfeld, Henryk & Finkelman, Jacobo. (1990). Urban air pollution in Latin America and the Caribbean health perspectives / Isabelle Romieu, Henryk Weitzenfeld & Jacobo Finkelman. *World health statistics quarterly* 1990. 43(3), 153-167. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/51749>
- Rodríguez, A. A, Uriarta, A. R., Palazuelos, R. C., & Pérez, C. (2012). *Biología celular*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Rodríguez P, W., García R., P. A., & Fajardo O., A. (2016). Aplicaciones de técnicas espectroscópicas para el análisis de suelos. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 12(2), 228-251. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2030>
- Romero Placeres, Manuel, Diego Olite, Francisca, & Álvarez Toste, Mireya. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2) [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&tlng=es).
- Ruiz-Frutos C, Delclós J, Ronda E, García A, Benavides F. (2022). *Salud Laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales*. (5ta Edición). Elsevier. <https://www.berri.es/pdf/SALUD%20LABORAL.%20Conceptos%20y%20t%C3%A9cnicas%20para%20la%20prevenci%C3%B3n%20de%20riesgos%20laborales/9788491136590>
- Sáenz, FK., Narváez, GL. & Cruz, M. (2008). Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana establecidos con el uso del analizador Sysmex XE-2100. *Rev Mex Patol Clin Med Lab*. 55(4):207-215. [https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS\\_MEDICAS/article/view/1051/1054](https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS_MEDICAS/article/view/1051/1054)
- Salazar-Muñoz, Y. (2004). Caracterización de tejidos cardiacos mediante métodos mínimamente invasivos y no invasivos basados en espectroscopia de impedancia eléctrica. [ Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio institucional. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93499/01Ysm01de07.pdf>

- Serrano, C. O. (2011). *Contaminación Ambiental una visión desde la Química*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Systemex. (2022). *Analizador automatizado de hematología*. <https://www.systemex.com/la/es/Products/Documents/XS-800i-Español.pdf>
- Sepúlveda Guerra, E., Valenzuela Suazo, S., Rodríguez Campo, V. (2020). Condiciones laborales, salud y calidad de vida en conductores. *Rev Cuid*, 11(2). <https://revistas.udes.edu.co/cuidarte/article/view/1083>
- Sosa Hernández, A. K., & Barragán Ledesma, L. E. (2019). El estilo de vida como problema de salud pública en México. *CES Salud Pública*, 9(1), 33–39. [https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces\\_salud\\_publica/article/view/3969](https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/3969)
- Srur, G., Izeta, A. D., Schmidt de León, T., Cabanillas-Vidosa, I., Ferrero, J. C., & Pino, G. A. (2012). Implementación de técnicas espectroquímicas en la investigación zooarqueológica. Cuantificación de Estroncio utilizando Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). *Revista Del Museo De Antropología*, 5(1), 269–274. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v5.n1.9196>
- Tipanluisa, Luis E, Remache, Abel P, Ayabaca, Cesar R, & Reina, Salvatore W. (2017). Emisiones contaminantes de un motor de chispa que funciona a dos alturas con combustibles de dos calidades. *Información tecnológica*, 28(1), 03-12. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100002>
- Velepucha Sánchez, J. M., & Sabando Piguabe, L. F. (2021). Emisiones de gases contaminantes en vehículos livianos a gasolina. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8), 78-95. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0024>
- (2015). La contaminación del aire y los problemas respiratorios. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 58(5), 44-47. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422015000500044&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422015000500044&lng=es&tlng=es).

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha técnica del Analizador de gases marca Maha

## EMISSION MEASUREMENT TECHNOLOGY EMISSION TESTER

MET 6.3  
VP 135213



### MET 6.3 VP 135213

The combination tester is designed for the measurement of petrol- and diesel-powered vehicles. The MET 6.3 stands out for its innovative condensate separation thanks to an active water separator. In addition, low weight, compact design and short warm-up time ensure easy handling. Part of the equipment is a 2 m (optional 4 m) long probe for both engine types.

#### PRODUCT DETAILS/ACCESSORIES

##### Description:

- Emission tester stands out due to limited weight and compact design
- Short warm-up time, quick measurement readiness
- One single probe sufficient for diesel and petrol
- Accurate analysis of gas components HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> with lambda value calculation
- Time-saving and easy testing/diagnosis of opacity/particle concentration using the partial flow method with free acceleration or engine under load
- Intuitive operation, clear structure in emissions testing process as set out in current guidelines 5 enable minimum cycle times
- The MAHA VCI makes EOBD analysis easy
- Innovative condensate separation thanks to active water separator
- Easy to maintain thanks to optimum accessibility
- Future-proof with the latest technology
- All measurement values HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, K-value, turbidity, particle concentration can be displayed simultaneously
- Option:
  - Expandable for NO<sub>x</sub> analysis; (nitrogen monoxide (NO) and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) are measured separately)
  - W-LAN interface

##### Petrol Tester Module Description:

- Partial flow emission tester with display unit (basic device) for

analysis of gas components HC, CO, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> with lambda value calculation

- Emission testing of CNG, LPG and petrol engines possible

##### Diesel Tester Module Description:

Official German PTB-approval 18.09

- Instantaneous or continuous measurement
- Options:
  - W-LAN interface

##### MET 6.3 Standard Delivery:

- Basic units: gas analyser and opacimeter/particle measurement device in a high-quality synthetic casing with integrated display unit and keypad
- Steel mesh emission probe, 600 mm, 2000 mm probe tubing (optional 4000 mm)
- LAN interface with LAN cable (RJ 45)
- Power supply unit 110V - 230V, 50/60Hz
- Transparent drain hose for condensed water with collecting tank
- Main filter, zero filter and condensate filter
- Electrochemical O<sub>2</sub> sensor
- Trigger tongs for MET 6.3 for inductive RPM measurement at ignition cables
- 2 replacement filters, 2 replacement seals
- Measurement software for continuous measurement and control Of MET without country-specific test procedure

#### MET 6.3 TECHNICAL DATA

|  |  |
|--|--|
| Power supply                                 | 110-230V 50/60 Hz                        |
| On-board voltage connection                  | 10-30 V, DC                              |
| Dimensions (L x W x H)                       | 406 x 225 x 160 mm                       |
| Weight                                       | approx. 5.0 kg                           |
| Measurable gases                             | HC, CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> |
| Measurement principle: infrared spectrometry | HC, CO, CO <sub>2</sub>                  |
| Electrochemical detection                    | O <sub>2</sub>                           |
| Operating pressure                           | 750-1100 hPa                             |

Technical Datasheet / 29/08/2022

1

# EMISSION MEASUREMENT TECHNOLOGY EMISSION TESTER

MET 6.3  
VP 135213



|   |                        |
|---|------------------------|
| Accuracy class  | 0 (OIML)               |
| Measurement range / measured value resolution (max.): |                        |
| CO  | 0-15 % Vol./0.01       |
| CO2   | 0-20 % Vol./0.01       |
| HC  | 0-30000 ppm/1          |
| O2  | 0-25 % Vol./0.01       |
| Lambda (calculated)                                   | 0-9.99/0.01            |
| Measurement principle                                 | absorbance measurement |
| Heat-up time for measuring cell                       | 150 s                  |
| Measuring range, turbidity                            | 0-100 %                |
| Measuring range, absorption coefficient               | 0-9.99 m-1             |
| Resolution, absorption coefficient                    | 0.01 m-1               |
| Measuring range, particle concentration               | 1-1100 mg/m³           |
| Resolution, particle concentration                    | 1 mg/m³                |

## ACCESSORIES

VZ 911355 PC/Test Lane Module for MET 6.3 for Germany

### Display via PC Screen

VZ 910177 Industrial PC Compact with Windows 10 -NET PRICE

VZ 910052 PC Keyboard and Mouse -NET PRICE

VZ 910200 PC Flat screen 24 VGA/DVI/HDMI, (TFT standard) -NET PRICE

VZ 910091 A4 Ink jet colour printer (incl. printer cable) -NET PRICE

VZ 910186 USB-WLAN adapte -NET PRICE

VZ 910188 USB-Ethernet adapter -NET PRICE

VZ 910189 W-LAN Router for PC Unit -NET PRICE

VZ 990425 W-LAN Interface MET 6.x - PC

### RECORDING OF RPM AND OIL TEMPERATURE

VZ 990446 RPM - Vibration RPM Sensor MODEL: MGT 300 EVO

VZ 990261 RPM Extension Cable (4 m) for Magnetic Sensor to be conn. to RPM VC 2/MGT 300 EVO

VZ 990264 RPM Extension Cable 4 m for Battery to be connected to RPM VC 2/MGT 300 EVO

VZ 990282 RPM Cable RPM VC 2/MGT 300 EVO Power Supply for Connection to 12/24 V On Board Power Supply

VZ 990283 RPM-Power Supply of RPM VC 2/ MGT 300 EVO to be connected to 230 V/50 Hz

VZ 990439 RPM - Vibration RPM Sensor MODEL: AVL DITEST SPEED 2000

VZ 910138 RPM Power Supply for AVL DISPEED (for 230 V/ 50 Hz Connection)

VZ 990455 Y-Adapter for MET 6.x

VZ 911205 RPM Extension Cable (5 m) for Combi Sensor Connection to AVL DITEST SPEED 2000

VZ 911352 MAHA OBD Tool (Bluetooth) wireless OBD module for MET 6.x, MGT 5, MDO 2 LON

VZ 990395 Oil Temperature Sensor for Cars, length 100 - 1500 mm with 5 m cable

VZ 990494 IR Oil Temperature Gauge with Digital Display Model: IR-M+

### EXHAUST PROBES

VZ 980045 Sampling hose 4 m EXTRA CHARGE

VZ 980039 Exhaust Probe MET 6.x for Full-Power Testing on a Chassis Dyno max. 750°C

VZ 980040 Exhaust Probe MET 6.x for Cars/Motorcycles

### EQUIPMENT TROLLEYS

VP 975479 Equipment Trolley

VP 975667 Trolley for MET 6.x

### ADDITIONAL ACCESSORIES

VZ 911065 CD-ROM with Software Target Data for AU I, AU II Emission Testing Proceed. with OBD -NET-

VZ 990461 NO/NO2 Sensors for MET 6.3

VZ 975232 Pressure Controller with Hose and 'Mini-Can' Calibration Bottle

VZ 990396 Cable for Connection to 12/24 V Car Power Supply for MET 6.x

VZ 994019 Mobility Kit for MET 6.x MAHA

VZ 975533 Connecting Kit for Exhaust Inspection of Motorcycles via MGT 5, MET 6.1/6.3

VZ 975536 Connecting Kit f. Exhaust Suction System when performing exhaust inspection of motorcy.

VZ 990454 Telescopic rod for MET

VZ 990463 Calibration filter ca. 30%

VZ 990464 Calibration filter ca. 50%

VZ 990465 Calibration filter ca. 70%

VZ 990466 Calibration filter ca. 30 %

VZ 990467 Calibration filter ca. 50 %

VZ 990468 Calibration filter ca. 70 %

### SUPPLEMENTARY CHARGES

VM 995770 Calibration acc. to DIN 17025 Vbl. 11/2018 for Combi-Tester -NET PRICE-

VM 995780 Calibration acc. to MID for Combi-Tester -NET PRICE

VM 996063 On-Site Assembly of Combi Emission Tester and Short Instructions

VT 998068 Transportkosten für Kombimessezelle

VT 998067 Transportkosten separate PC-Einheit für Abgasmeszelle Diagnosesystem

VT 998069 Transportkosten für Fahrwagen

MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG / Hoyen 20 / 87490 Haldenwang / Germany  
Phone: +49 8374 585 0 / Fax: +49 8374 585 0 / sales@maha.de / www.maha.de

2

## Anexo 2: Consentimiento informado

|   |   |   |                |
|---|---|---|----------------|
|  |  | CONSENTIMIENTO<br>INFORMADO PARA<br>EXTRACCIÓN DE<br>SANGRE | ELB_001        |
|   |   |   | VER. 03 / 2022 |
|   |   |   | 1              |

### HOJA DE INFORMACIÓN

Este documento sirve para que el estudiante autorice la extracción de sangre, muestra que será utilizada ÚNICAMENTE para recabar datos de Biometría Hemática con fines académicos- investigativos.

La venopunción es la técnica por lo cual se perfora una vena por vía transcutánea con una aguja o catéter; el objetivo de este procedimiento es la extracción de sangre para su posterior análisis. Este procedimiento tiene como objetivo utilizar la muestra para el posterior análisis particularmente Biometría hemática.

El protocolo de recolección de muestra de sangre se lo realiza en una vena visible o palpable en la región del antebrazo, procediendo a la extracción de la sangre con debidas medidas de asepsia y antisepsia.

En algunas ocasiones se pueden producir algunos riesgos con este procedimiento como son:

- Un ligero sangrado, será necesario esperar a que cese.
- Aparición de un ligero hematoma (acumulación de sangre debajo de la piel), lo que comúnmente se denomina "morado", el mismo que se resolverá sin tratamiento al cabo de algunos días.
- Riesgo leve de infección.
- En casos difíciles de extracción de sangre serán necesarias otras punciones adicionales.
- La cantidad total de sangre que se extraiga estará a criterio de cada docente responsable, el cual guiará la práctica de laboratorio.

|   |   |   |                |
|---|---|---|----------------|
|  <b>UNEMI</b><br>UNIVERSIDAD ESTADAL DE MILAGRO<br>Posgrado<br><b>MAESTRÍA EN QUÍMICA APLICADA</b> |  <b>Laboratorios MA</b><br>Laboratorio Médico Analítico<br>Servicio de Diagnóstico por Laboratorio | <b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EXTRACCIÓN DE SANGRE</b> | ELB_001        |
|   |   |   | VER. 03 / 2022 |
|   |   |   | 2              |

### Certificado de consentimiento

Yo, .....

Fecha.....

Se me ha solicitado dar mi consentimiento para que me realicen la extracción de sangre. Reconozco que me han INFORMADO de manera amplia, precisa, clara y sencilla sobre los riesgos y beneficios de someterme a la toma de muestra de sangre. Por lo anterior declaro que he comprendido las explicaciones, me han sido aclaradas todas mis dudas y estoy satisfecho con la información recibida. Conozco el alcance de los riesgos.

Firmo este consentimiento, por mi libre voluntad, sin haber estado sujeto a ningún tipo de presión.

AUTORIZO a la persona encargada la toma de la muestra.

\_\_\_\_\_

Firma



## Anexo 3: Encuesta



UNIVERSIDAD  
ESTATAL DE MILAGRO  
**UNEMI**  
*Evolución Académica*

# Posgrado

MAESTRÍA EN QUÍMICA APLICADA

ENCUESTA SOBRE EVALUACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS DE VEHÍCULOS LIVIANOS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA SALUD HUMANA DE CONDUCTORES.

### OBJETIVO:

Evaluar las emisiones gaseosas de vehículos livianos y su influencia sobre la salud humana en conductores profesionales.

### INSTRUCCIONES:

A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer sobre su estado de salud. El cuestionario tiene tres secciones, lea detenidamente cada pregunta y conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa. Sus respuestas son confidenciales.

Sus respuestas son muy importantes para alcanzar nuestro objetivo.

### Preguntas:

#### SECCIÓN 1: DATOS GENERALES

1. Número de vehículo en el cual Ud. Desempeña su actividad laboral \_\_\_\_\_
2. Sexo \_\_\_\_\_
3. Edad \_\_\_\_\_
4. Tiempo de actividad laboral (conducción vehicular) \_\_\_\_\_ años

#### SECCIÓN 2: ESTADO DE SALUD

1. En general, usted diría que su salud es  
Excelente \_\_\_\_  
Muy buena \_\_\_\_  
Buena \_\_\_\_  
Regular \_\_\_\_  
Mala \_\_\_\_
2. ¿Cómo diría usted que es su salud actual, comparada con la de hace un año?  
Mucho mejor ahora que hace un año \_\_\_\_\_  
Algo mejor ahora que hace un año \_\_\_\_\_  
Más o menos igual que hace un año \_\_\_\_\_  
Algo peor ahora que hace un año \_\_\_\_\_  
Mucho peor ahora que hace un año \_\_\_\_\_

3. Marque de todas las opciones, aquellas que usted conozca presenta en su salud.

Hipertensión \_\_\_\_\_  
Diabetes \_\_\_\_\_  
Infecciones \_\_\_\_\_  
Enfermedades renales \_\_\_\_\_  
Anemia \_\_\_\_\_  
Ulceras \_\_\_\_\_  
Otras \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Presenta Ud. Un diámetro abdominal mayor a 99cm?

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

### SECCIÓN 3: HÁBITOS

1. Escriba la cantidad.

Aproximadamente ¿Cuántos cigarrillos fuma al día? \_\_\_\_\_

2. ¿Actualmente, se encuentra tomando algún medicamento?

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta, indicar que tipo de medicamento(s).

---

3. ¿Actualmente se encuentra tomando suplementos vitamínicos?

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta, indicar que tipo de suplemento.

---

*Gracias por su colaboración.*

# Anexo 4: Ficha técnica AutoHematology Analyzer DF52

## DF52 Auto Hematology Analyzer

### Technical Specification

- Principles**  
Impedance method for RBC and PLT counting  
Cyanide free reagent for hemoglobin test  
Flow Cytometry (FCM) + Tri-angle laser scatter method for WBC 5-part differential analysis and WBC counting
- Parameters**  
29 parameters: WBC, Lym%, Mon%, Neu%, Bas%, Eos%, Lym#, Mon#, Neu#, Eos#, Bas#, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, RDW-CV, RDW-SD, PLT, MPV, PDW, PCT, P-LCC, P-LCR, LUC%, UC#, ALY#, ADP#  
3 Histograms for WBC, RBC and PLT  
3 DIFF scattergrams and 1 BASO scattergram
- Reagent**  
DL-C Diluent, LYC-1 LYSE, LYC-2 LYSE, CLE-P
- Linearity Range**  
WBC (0.00-300.00)×10<sup>9</sup>/L     RBC (0.00-8.50)×10<sup>12</sup>/L  
HGB (0-250)g/L     PLT (0-3000)×10<sup>9</sup>/L  
HCT 0.0-57.0%
- Repeatability**  
WBC±2.0%     RBC±1.5%     HGB±1.5%  
PLT±4.0%     MCV±1.0%
- Display**  
10.4 inch TFT Touch Screen
- Throughput**  
Up to 60 samples per hour
- Multi-language**  
Chinese, English available  
Spanish, Portuguese, Russia, French under planning
- Data Storage Capacity**  
Up to 50,000 results including numeric and graphical
- Communication**  
LAN port supports HL7 protocol
- Interface**  
4 USB Ports, LAN port
- Printout**  
Built-in Thermal printer  
External Laser printer / Inkjet printer, various printout formats and user-defined formats
- Dimension**  
364mm(L)×431mm(W)×498mm(H)
- Net Weight**  
26.5KG



## DF52

### Auto Hematology Analyzer


**SHENZHEN DYMIND BIOTECHNOLOGY CO., LTD.**  
 Address: 2F, Hanteng Building 8, Nanshan Yungu Innovation Industrial Park, No.1189, Luolan Blvd, Taoyuan Street, Nanshan District, Shenzhen 518050, P.R.China  
 Tel: +86-755-20008015     Fax: +86-755-20008015     Website: www.dymind.com  
 Email: info@dymind.com     P/N: BH-DF52(1.0)  
 Distribution: Shenzhen Dymind Biotechnology Co., Ltd reserves the right to change the product of specifications and appearance at any time. For the information of the manual, Shenzhen Dymind Biotechnology Co., Ltd reserves the right to the interpretation and the decision.



**DYMIND**  
www.dymind.com.cn

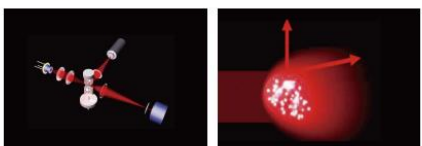
## DF52

### Auto Hematology Analyzer



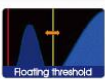

#### + Flow Cytometry and Laser Scattering Method

Flow Cytometry (FCM) + Tri-angle laser scatter method for WBC 5-part differential analysis and WBC counting  
Impedance method for RBC and PLT counting, Cyanide-free reagent for testing hemoglobin concentration



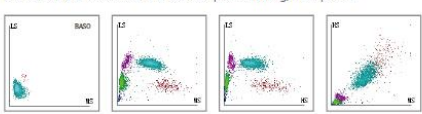
#### + Fully Automatic Intelligent Technology

Visual self-tests (working status self-test and reagent volume self-detection)  
Automatic test re-run, with re-run rules inside  
One-button error removal and automatic standby mode function  
Intelligent RBC/PLT floating threshold technology





#### + Real Double Optical Channel Test

Both for Diff and BASO. BASO channel with optical counting, more precise




#### + User friendly operation software




#### + High Quality Components

All key components are imported, high quality and longer life  
Syringe maintenance free



**Trace** 15µL  
ultra-low sample volume especially suit for pediatric and geriatric samples

## Anexo 5: Ejemplo de reporte de análisis de biometría hemática



**LABORATORIOS  
MA**

Dr. Arturo Cantuña T. | Dra. Verónica Cantuña | Dr. Diego Cantuña V.  
MÉDICO LABORATORISTA | BIQUÍMICA - LAB CLÍNICO | MÉDICO HEMATOLOGO

---

Laboratorios Médicos Asociados  
DESDE 1983 Medicina de laboratorio

**Nombre:** *Edad: 42 Años*

**Médico:** SIN REFERENCIA **Recepción:** 12-10-2022 **Entrega:** 12-10-2022

---

**MUESTRA: SANGRE E.D.T.A**

| SERIE ROJA                  | RESULTADO                | UNIDADES                   |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Ertrrocitos                 | 5.94                     | x 10 <sup>6</sup> /uL      |
| Hemoglobina                 | 17.7                     | g/dL                       |
| Hematocrito                 | 55                       | %                          |
| <b>INDICES HEMÁTICOS</b>    |                          |                            |
| V.C.M                       | 93                       | fL                         |
| H.C.M.                      | 30                       | pG                         |
| C.H.C.M                     | 32                       | %                          |
| <b>SERIE BLANCA</b>         |                          |                            |
| Leucocitos                  | 7.1                      | x 10 <sup>3</sup> /uL      |
| <b>Fórmula leucocitaria</b> | <b>Valores relativos</b> | <b>Valores absolutos</b>   |
| Blastos                     | 0 %                      | 0.00 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| Cayados                     | 0 %                      | 0.00 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| Segmentados                 | 55 %                     | 3.91 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| Linfocitos                  | 41 %                     | 2.91 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| Monocitos                   | 2 %                      | 0.14 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| Eosinófilos                 | 2 %                      | 0.14 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| Basófilos                   | 0 %                      | 0.00 x 10 <sup>3</sup> /uL |
| <b>COMENTARIO</b>           |                          |                            |
| Morfología celular normal   |                          |                            |
| <b>COAGULACIÓN</b>          |                          |                            |
| Plaquetas                   | 269                      | x 10 <sup>3</sup> /uL      |
| <b>SEDIMENTACIÓN</b>        |                          |                            |
| Wintrobe                    | 1                        | mm/hora                    |

**VALIDADO POR: DRA. VERONICA CANTUÑA**  
**JEFE DE LABORATORIO**

Página 1/1

---

**RIOBAMBA:**  
Laboratorio 1:  
Primera Constituyente 16 33 y  
Almagro San Francisco  
Teléfono: 032942224

**RIOBAMBA:**  
Laboratorio 2:  
Av. Daniel León Borja y Carlos Zambrano  
(edificio Milena plaza piso 1)  
Teléfono: 032942379

**QUITO:**  
Av. Mariana de Jesús OE7-02  
y Nuño de Valderama Edificio CITIMED  
Piso 3 consultorio 307  
Telf.: 0987070639

**f** @laboratoriosmaec  
laboratoriosmaec@hotmail.com  
alejandra.cantuña@gmail.com  
0983822412 / 0983026635

## **Anexo 6: Norma técnica**

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.  
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR  
FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**



Quito – Ecuador

NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN 2204**  
Segunda revisión  
2017-01

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.  
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR  
FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS  
PRODUCED BY ROAD MOVABLE SOURCES USING GASOLINE

ICS: 13.040.50

05  
Páginas

**GESTIÓN AMBIENTAL  
AIRE  
VEHÍCULOS AUTOMOTORES  
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES  
MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**

**1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que emplean gasolina.

Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas (vehículo automotor, vehículo prototipo).

Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilizan combustibles diferentes a gasolina.

Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, vehículos motorizados clásicos, vehículos de competencia deportiva, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

**2. REFERENCIAS NORMATIVAS**

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 2203, *Medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna*

**3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

Para los efectos de esta norma, se adoptan los siguientes términos y definiciones:

**3.1**

**año modelo**

Año de producción del modelo de la fuente móvil.

**3.2**

**ciclo**

Tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuentes móviles equipadas con electroventilador, ciclo es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

**3.3**

**ciclos de prueba**

Secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

**3.3.1**

**ciclo ECE + EUDC**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

### **3.3.2 ciclo FTP-75**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

### **3.4 dinamómetro**

Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

### **3.5 emisión de escape**

Descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido, gaseoso o de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

### **3.6 fuente móvil**

Fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

### **3.7 marcha mínima o ralentí**

Especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1100 r.p.m.

### **3.8 motor**

Fuente principal de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

### **3.9 peso bruto vehicular (PBV)**

Peso total del vehículo, definido como la suma total del peso en vacío (tara) más la carga técnicamente admisible declarada por el fabricante.

### **3.10 peso de vehículo en vacío (tara)**

Valor nominal del peso del vehículo, según lo indicado por el fabricante, incluyendo todo el equipo estándar que requiere para su funcionamiento normal (por ejemplo, extintor de fuego, herramientas, rueda de emergencia, etc.), además de refrigerante, aceites, el tanque de combustible con su capacidad a la mitad.

### **3.11 peso de referencia (PR)**

Peso del vehículo en marcha aumentado con un peso fijo de 120 kg. El peso del vehículo en marcha será el correspondiente al peso total en vacío con todos los depósitos llenos, salvo el del combustible, que estará solo a la mitad de su capacidad, un juego de herramientas y la rueda de repuesto.

### **3.12 prueba dinámica**

Medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en esta norma.



**3.13****temperatura normal de operación**

Temperatura que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones, la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75 °C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador, esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

**3.14****vehículo automotor**

Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

**3.15****vehículo prototipo**

Vehículo de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

**3.16****categoría M**

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

**3.17****categoría N**

Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.

**3.17.1****subcategoría N1**

Vehículos motorizados cuyo PBV no exceda de 3500 kg.

NOTA. En lo que respecta a la relación entre el peso de referencia del vehículo y la Inercia equivalente que ha de emplearse, conviene conformar las definiciones de los pesos de los vehículos de las clases I, II y III de la categoría N1 con las de la Directiva 96/44/CE.

**4. REQUISITOS****4.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)**

Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la Tabla 1.

**TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)**

| Año modelo         | % CO <sup>a</sup>     |                          | ppm HC <sup>a</sup>   |                          |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
|                    | 0 - 1500 <sup>b</sup> | 1500 - 3000 <sup>b</sup> | 0 - 1500 <sup>b</sup> | 1500 - 3000 <sup>b</sup> |
| 2000 y posteriores | 1,0                   | 1,0                      | 200                   | 200                      |
| 1990 a 1999        | 3,5                   | 4,5                      | 650                   | 750                      |
| 1989 y anteriores  | 5,5                   | 6,5                      | 1000                  | 1200                     |

<sup>a</sup> Volumen  
<sup>b</sup> Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

#### 4.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)

Toda fuente móvil que emplea gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NOx), en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 2.

**TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)**

| Categoría              | 50,000 millas/5 años |          |           |          | 100,000 millas/10 años <sup>a</sup> |          |           |          |
|------------------------|----------------------|----------|-----------|----------|-------------------------------------|----------|-----------|----------|
|                        | CO g/mi              | THC g/mi | NMHC g/mi | NOx g/mi | CO g/mi                             | THC g/mi | NMHC g/mi | NOx g/mi |
| Vehículos de pasajeros | 3,4                  | 0,41     | 0,25      | 0,4      | 4,2                                 | -        | 0,31      | 0,6      |
| LLDT, LVW < 3750 lbs   | 3,4                  | -        | 0,25      | 0,4      | 4,2                                 | 0,80     | 0,31      | 0,6      |
| LLDT, LVW > 3750 lbs   | 4,4                  | -        | 0,32      | 0,7      | 5,5                                 | 0,80     | 0,40      | 0,97     |
| HLDT, ALVW < 5750 lbs  | 4,4                  | 0,32     | -         | 0,7      | 6,4                                 | 0,80     | 0,46      | 0,98     |
| HLDT, ALVW > 5750 lbs  | 5,0                  | 0,39     | -         | 1,1      | 7,3                                 | 0,80     | 0,56      | 1,53     |

<sup>a</sup> Vida útil 120,000 millas/11 años para todos los estándares HLDT, THC y LDT.

Abreviaturas:  
 PBV Peso bruto vehicular  
 LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs)  
 ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV)  
 LDT Camión ligero  
 LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV)  
 HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV)

#### 4.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)

Toda fuente móvil con motor de gasolina no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 3.

**TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)**

| Categoría       | Clase | Peso de referencia (PR) kg | CO g/km | HC g/km | HC + NOx g/km | NOx  | Ciclo de prueba                              |
|-----------------|-------|----------------------------|---------|---------|---------------|------|--|
| M <sup>a</sup>  | -     | Todas                      | 2,3     | 0,2     | -             | 0,15 | ECE + EUDC<br>(también conocido como MVEG-A) |
| N1 <sup>b</sup> | I     | PR ≤ 1 305                 | 2,3     | 0,2     | -             | 0,15 |  |
|                 | II    | 1 350 < PR ≤ 1 760         | 4,17    | 0,25    | -             | 0,18 |  |
|                 | III   | 1 760 < PR                 | 5,22    | 0,29    | -             | 0,21 |  |

<sup>a</sup> Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg.  
<sup>b</sup> Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.

## 5. MÉTODOS DE ENSAYO

Para la determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, seguir el procedimiento descrito en NTE INEN 2203.

## BIBLIOGRAFÍA

NTE INEN 2656, Clasificación vehicular

EURO III: Community Directive (Directive 98/96), Dir 70/220/EEC as amended by Dir 98/96/EC and 2003/96/EC, Directive 70/220/CEE

EPA Tier 1 Emission Standards for Passenger Cars and Light-Duty Trucks, FTP 75, g/mi; US: Light-duty: Emissions, disponible en:[http://transportpolicy.net/index.php?title=US:\\_Light-duty:\\_Emissions#Regulatory\\_Documents](http://transportpolicy.net/index.php?title=US:_Light-duty:_Emissions#Regulatory_Documents), consultado el 2016-12-16.

Resolución 1111 de 2013. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. Bogotá, 2013.

# UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

*¡Evolución académica!*

@UNEMIEcuador

