



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA: INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA: “DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA  
COMBUSTIÓN POR FUENTES MÓVILES A GASOLINA EN EL CANTÓN LA  
MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2017-2018.”**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de  
Ingeniero en Medio Ambiente

**AUTOR:**

Jhony Javier Román Caisa

**TUTOR:**

Mgs. Ing. Oscar Daza

**Latacunga – Ecuador**

**Agosto del 2018**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Román Caisa Jhony Javier declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Determinación de los contaminantes producto de la combustión por fuentes móviles a gasolina en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2017-2018.”, siendo el Ing. Oscar René Daza Guerra tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Román Caisa Jhony Javier

**Número de C.I.: 0503978577-7**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Román Caisa Jhony Javier, identificada/o con C.C. N° 050397877-7, de estado civil Soltero y con domicilio en el Barrio San Buena Ventura, parroquia Eloy Alfaro, cantón Pujilí, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. San Buena Ventara, barrio el Portal, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. -

Fecha de inicio de la carrera. - Septiembre 2013 – Febrero 2014.

Fecha de finalización. - Abril-Agosto 2018

Aprobación HCA.- 25 de Octubre del 2018.

Tutor.- Ing. Oscar René Daza Guerra.

**Tema: “DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN POR FUENTES MÓVILES A GASOLINA EN EL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2017-2018.”**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 13 días del mes de agosto del 2018.

.....  
Román Caisa Jhony Javier

**EL CEDENTE**

.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Determinación de los contaminantes producto de la combustión por fuentes móviles a gasolina en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2017-2018.”, de Román Caisa Jhony Javier, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2018

El Tutor

Ing. Daza Guerra Oscar Rene Mg.  
CI: 0400689790

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Román Caisa Jhony Javier con el título de Proyecto de Investigación: “Determinación de los contaminantes producto de la combustión por fuentes móviles a gasolina en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Período 2017-2018.”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto, 2018

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre:** MSc. Patricio Clavijo.

**CC:** 050144458-2

---

**Lector 2**

**Nombre:** Ing. Jaime Lema.

**CC:** 172353445-7

---

**Lector 3**

**Nombre:** Ing. Cristian Lozano Mgs.

**CC:** 060360931-4

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por ser la fuente del saber de dónde he adquirido los conocimientos que hoy me han permitido llegar a ser un profesional. A mi Director de Proyecto, Ing. Oscar Daza y al tribunal de lectores, por su apoyo incondicional y orientación, quienes han guiado y permitido la ejecución de este tema de investigación. De igual manera agradezco a mis compañeros que me guiaron y me brindaron un apoyo incondicional en el transcurso de mi vida académica.

Jhony Román C.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado primeramente a dios quien supo guiarme por buen camino y llenarme cada día de fortaleza para cumplir mi objetivo.

A mis padres, Fanny Caisa y Patricio Román por brindarme el apoyo incondicional y depositar su confianza en mí, ya que son el pilar fundamental y el motivo de superación día a día, A mi hermano Hugo Román por el apoyo constante en mi vida.

Jhony Román

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “Determinación de los Contaminantes producto de la combustión por fuentes móviles a gasolina en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Período 2017-2018.”

**Autor:** Román Caisa Jhony Javier

### RESUMEN

La investigación se realizó para determinar el porcentaje de monóxido de carbono (CO) y las partes por millón de los hidrocarburos no quemados (HC) generados por la combustión interna de los vehículos con motor a gasolina, en el Cantón la Maná, estableciendo un diagnóstico vehicular con información adquirida de la Agencia Nacional de Transito (ANT) con el fin de obtener el total de vehículos matriculados en la Provincia de Cotopaxi, mismo que fue un referente para determinar la muestra dando como resultado 196 vehículos a gasolina que posteriormente fueron evaluados en la Empresa Pública de Movilidad Tránsito y Transporte de la Mancomunidad de Cotopaxi, sede La Maná, mediante la utilización el equipo AVL DITEST Gas 1000 se realizaron mediciones de aceleración libre prueba estática como lo estipula la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2203, consecutivamente se ejecutó un análisis de los datos con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 determinando el cumplimiento e incumplimiento del CO y del HC evidenciados en el software Rstudio donde el parámetro CO el 82,65% cumplen y el 17,35% No Cumplen; mientras que para el parámetro HC el 72,44% Cumplen y el 27,56% No cumplen. En base al punto de muestreo, sede de matriculación vehicular La Maná, se realizó una simulación de la dispersión de los contaminantes aplicando el software Rstudio, openair y la gráfica (polar plot) con datos del porcentaje del CO, las partes por millón de los HC y los factores meteorológicos como: velocidad del viento, dirección del viento y temperatura, descargados como formato CSV de la plataforma meteorológica Meteoblue; evidenciando la concentración y dispersión de los parámetros en estudio en varias direcciones geográficas.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, marcha mínima (ralentí), R, Rstudio, openair.

## ABSTRACT

The investigation was carried out to determine the percentage of carbon monoxide (CO) and the parts per million of the unburned hydrocarbons (HC), generated by the internal combustion of vehicles with gasoline engines, in La Mana Cantón. Starting a diagnosis vehicle with information acquired from Agencia Nacional de Transito (ANT), in order to obtain a total number of vehicles registered in Cotopaxi Province. It was a reference to determine the sample resulting in 196 gasoline vehicles evaluated by Empresa Pública de Movilidad Tránsito y Transporte de la Mancomunidad de Cotopaxi, from La Maná, using the AVL DITEST Gas 1000 equipment, made measurements of free acceleration static test as stipulated by the Norma Técnica Ecuatorina INEN 2203. Consecutively an analysis was carried out of the data with the Ecuadorian Technical Standard INEN 2204 determining compliance with the Compliance with CO and HC evidenced in the Rstudio software where the CO parameter 82.65% comply and 17.35% do not comply; while for the HC parameter, 72.44% comply and 27.56% do not comply. In Base to the sample point, in the vehicle registration center La Manà a simulation to the dispersion of the pollutants was carried out with software Rstudio, openair and the graph (polar plot) with data of the percentage of CO, the parts per million of HC and meteorological factors such as: wind speed, wind direction and temperature, downloaded as CSV format from Meteoblue meteorological platform; so evidencing the concentration and dispersion of the parameters under studies in several geographical directions.

**Keywords:** Air pollution, minimum speed (idle), R, Rstudio, openair.

## ÍNDICE

1.	Información general.....	1
2.	Justificación.....	2
3.	Beneficiarios del proyecto .....	3
4.	El problema de investigación. ....	4
5.	Objetivos.....	5
5.1.	General.....	5
5.2.	Específicos.....	5
6.	Fundamentación científico técnica. ....	6
6.1.	El aire.....	6
6.2.	Composición del Aire.....	6
6.3.	Contaminación del aire.....	6
6.4.	Fuentes de contaminación .....	6
6.5.	Principales contaminantes del aire .....	7
6.6.	Clasificación de los contaminantes.....	8
6.7.	Efectos de la contaminación atmosférica a la salud humana.....	9
6.8.	Factores meteorológicos que influyen en el transporte y dispersión del contaminante (aire).....	10
6.9.	Parque automotor.....	10
6.10.	Emisiones por fuentes móviles .....	10
6.11.	Los Vehículos y la Contaminación.....	11
6.12.	Motor de combustión interna.....	11
6.13.	Gasolina.....	11
6.14.	Tipos de contaminantes por la gasolina.....	11
6.15.	Efectos de la contaminación del Aire para la Salud en Ecuador .....	12
6.16.	Software R. ....	12
6.17.	Ventajas de R.....	13
6.18.	Rstudio y Openair.....	13

6.19.	Instrucciones Gráficas en OPENAIR .....	14
6.20.	La gráfica Polar o Polar Plot.....	14
6.21.	Instrumento de medición AVL DITEST GAS 1000 .....	15
6.22.	Marco legal .....	15
7.	Pregunta científica.....	17
8.	Metodología.....	18
8.1.	Descripción del área de estudio .....	18
8.2.	Tipos de investigación .....	18
8.3.	Métodos .....	19
8.4.	Técnicas de investigación.....	19
8.5.	Instrumentos y equipos .....	21
8.6.	Protocolo para las mediciones de gases.....	23
9.	Análisis y discusión de los resultados .....	25
9.1.	Clasificación de los vehículos por año de fabricación. ....	25
9.2.	Comparación de las emisiones vehiculares de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC) con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 evidenciado el software R. ....	26
9.2.1.	Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 2000 y posteriores con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.....	26
9.2.2.	Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.	27
9.2.3.	Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.....	28
9.2.4.	Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.....	28
9.2.5.	Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R. ....	29

9.2.6.	Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.	30
9.2.7.	Análisis general de las comparaciones realizadas de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) con la NTE INEN 2204.	31
9.3.	Análisis general de las comparaciones realizadas de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados con la NTE INEN 2204.	33
9.4.	Representación gráfica (polar plot) de la simulación en R con la consola Rstudio en conjunto con el paquete estadístico openair del contaminante Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC).	34
10.	Conclusiones y recomendaciones	39
10.2.	Conclusiones	39
<b>10.3.</b>	Recomendaciones	40
11.	Bibliografía	41
12.	Anexos	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Beneficiarios del proyecto	3
Tabla 2:	Composición del aire	6
Tabla 3:	Contaminantes nocivos que emiten los autos a gasolina	8
Tabla 4:	Contaminantes y su impacto	9
Tabla 5:	Especificaciones técnicas AVL ditest gas 1000	15
Tabla 6:	Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática.)	16
Tabla 7:	Coordenadas geográficas UTM del área de estudio	18
Tabla 8:	Número de vehículos matriculados por tipo de combustible año 2016, Provincia de Cotopaxi	20
Tabla 9:	Proyección de población de vehículos para el cantón la Maná año 2017	20
Tabla 10:	Instrumentos y equipos	21
Tabla 11:	Clasificación de vehículos por año de fabricación	25
Tabla 12:	Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 2000 y posteriores	26

Tabla 13: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 2000 y posteriores.....	27
Tabla 14: Comparación de la emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 1990 – 1999 .....	28
Tabla 15: Comparación de las emisiones vehiculares de HC vehículos por año de fabricación 1990 – 1999 .....	29
Tabla 16: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores .....	30
Tabla 17: Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores .....	31
Tabla 18: Análisis general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro CO. ....	31
Tabla 19: Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC. ....	33

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Ubicación geográfica de la sede de matriculación vehicular del Cantón La Maná. ....	18
Figura 2: AVL DITEST Gas 1000 .....	22
Figura 3: Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE 2204. ....	26
Figura 4: Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 2000 y posteriores.....	27
Figura 5: Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1990 – 1999. ....	28
Figura 6: Comparación de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1990 – 1999 .....	29
Figura 7: Comparación de las emisiones vehicules de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1989 y anteriores. ....	30
Figura 8: Comparación de la emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1989 y anteriores. ....	31
Figura 9: Relación general de vehículos que Cumplen con la Normativa – No Cumplen con la Normativa parámetro CO. ....	32
Figura 10: Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC. ....	33

Figura 11: Distribución geográfica del contaminante CO en base a la velocidad y dirección del viento. ....	35
Figura 12: Distribución geográfica del contaminante en base a la velocidad y dirección del viento .....	35
Figura 13: Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono e Hidrocarburos no quemados en base a la velocidad del viento y dirección del viento. ....	36
Figura 14: Distribución geográfica del contaminante en base a la Temperatura y dirección del viento. ....	37
Figura 15: Distribución geográfica del contaminante HC en base a la Temperatura y dirección del viento. ....	37
Figura 16: Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) en base a la temperatura y dirección del viento. ...	38

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

“Determinación de los contaminantes producto de la combustión por fuentes móviles a gasolina en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Período 2017-2018.”

**Fecha de inicio:**

Octubre del 2017

**Fecha de finalización:**

Agosto del 2018

**Lugar de ejecución:**

EPMC del Cantón La Maná, Provincia Cotopaxi

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería de Medio Ambiente

**Proyecto de investigación vinculado:**

Determinación de los contaminantes producto de la combustión en el parque automotor en el casco urbano de la ciudad de Latacunga.

**Equipo de Trabajo:**

**Autor:** Jhony Javier Román Caisa

**Tutor:** Mgs. Ing. Oscar Daza

- Lector 1: M.Sc. Patricio Clavijo
- Lector 2: Mgs. Lcd. Jaime Lema
- Lector 3: Mg. Ing. Lozano Cristian

**Área de Conocimiento:**

Servicios- Protección del Medio Ambiente- Control de la Contaminación atmosférica.

**Línea de investigación:**

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Impactos ambientales.

## 2. JUSTIFICACIÓN.

El incremento del parque automotor de los vehículos a gasolina constituye una forma de contaminación ambiental, que se genera por el producto de la combustión incompleta en la parte mecánica al interior del vehículo, emanando gases contaminantes a la atmosfera mismo que repercute en alterar los ecosistemas del medio ambiente, generando que la pureza y la calidad del aire se encuentre contaminada.

Por esta razón, la presente investigación está enfocada en la determinación de los contaminantes producto de la combustión del parque automotor a gasolina en el cantón la Maná Provincia de Cotopaxi a través de mediciones técnicas de monóxido de carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados. Mismo que se ejecutó en la sede de la mancomunidad de matriculación vehicular de este cantón.

Los resultados de esta investigación fueron comparados con la Normativa Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2204. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres que Emplean Gasolina mediante el uso del Software R con la consola Rstudi, conjuntamente con su paquete openair. Para presentar resultados estadísticos y técnicos del cumplimiento de la normativa, la concentración y dispersión de las emisiones vehiculares a las autoridades competentes en la toma de decisiones, en temas relacionados a la reducción de la contaminación ambiental generado por los vehículos a gasolina, pues son el punto de partida para la implementación, evaluación, ajustes de programas y medidas de control, tendientes a mejorar la calidad del aire. De la misma manera este documento servirá como fuente de información para realizar futuras investigaciones relacionadas con los contaminantes atmosféricos.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1:** Beneficiarios del proyecto

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	
Cantón de La Maná	
Hombres: 21,615 hab.	Mujeres: 20,601hab.
<b>TOTAL: 42.216 hab.</b>	
<b>BENEFICIARIOS INDIRECTOS</b>	
Provincia de Cotopaxi	
Hombres: 198,625 hab.	Mujeres: 210,580 hab.
<b>Total: 409.205 hab.</b>	

Elaborado por: Jhony, Román. (2017).

#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

La contaminación atmosférica constituye en la actualidad uno de los principales problemas ambientales por la aglomeración de vehículos, quienes producen gases contaminantes como son monóxido de carbono e Hidrocarburos no quemados los cuales aportan al deterioro ambiental y a su vez ocasionan riesgos a la salud en la población: niños, ancianos, personas con discapacidad; además la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014), manifiestan que las emanaciones de monóxido de carbono provocaron la muerte de 7 millones de personas.

En el Ecuador el parque automotor ha crecido de manera inmensurable provocando una congestión vehicular la cual es una de las principales y grandes fuentes de contaminación atmosférica. Se estima que el 35% de los vehículos que circulan por las calles del país son altamente contaminantes por el motivo de que estos son antiguos y que a través de su proceso de combustión incompleta emanan al aire gases como: el monóxido de carbono, los óxidos de azufre, los hidrocarburos no quemados provocando en la población; la irritación de ojos, el incremento de mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares e incluso cáncer de pulmón.

El (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2013). Manifiesta de forma general que los vehículos que circulan por carreteras ecuatorianas son aquellos como: los automóviles, los camiones y autobuses del total de vehículos que circulan en el país, se determina que el 95 % son vehículos de uso particular, los de alquiler representan el 3,3% los que pertenecen al Estado el 2% y los de uso Municipal, el 0.4% algunos de estos cuentan con métodos obsoletos que ocasionan la combustión incompleta, lo que desencadena en una excesiva emisión de gases contaminantes, que afectan de forma directa en la salud de las personas principalmente a los niños y personas de la tercera edad.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. GENERAL**

- Determinar los contaminantes atmosféricos producto de la combustión por fuentes móviles a gasolina, en el Cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi, Período 2017-2018.

### **5.2. ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual del parque automotor a Gasolina en el Cantón la Maná.
- Realizar mediciones de los gases contaminantes generados por el parque automotor a gasolina mediante el uso del equipo AVL gas 1000.
- Comparar los datos generados con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204: para realizar una simulación estadística aplicando el software R.

## 6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

### 6.1. El aire

Según González, D. (2007). Define que: “el aire puede ser definido como una mezcla de gases de las capas bajas de la atmósfera terrestre”

### 6.2. Composición del Aire

Bajo el criterio de Contreras, M., García, G., Icaza, B., & Montiel, G. (2013). Manifiestan que: “la mezcla de gases que conforman la atmósfera se compone por el 78 % de nitrógeno (N<sub>2</sub>) y el 21 % de oxígeno (O<sub>2</sub>) aproximadamente, en porcentaje casi constante.”

**Tabla 2:** Composición del aire

GAS	FÓRMULA (%)	VOLUMEN (%)
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	78
Oxígeno	O <sub>2</sub>	21
Argón	Ar	0.93
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.039
Neón	Ne	0.0008
Helio	He	0.0005
Metano	CH <sub>4</sub>	0.00017
Kriptón	Kr	0.0001
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	0.00003

Fuente: Jiménez, 2010.

### 6.3. Contaminación del aire

Para Mendoza, C. & Carranza, R. (2004). “La contaminante del aire puede definirse como cualquier sustancia que al ser liberada en la atmósfera altera la composición natural del aire y puede ocasionar efectos adversos en los seres humanos, vegetación, animales o los materiales”.

### 6.4. Fuentes de contaminación

Segú Muñoz, A., Quiroz, C., Abad, H., & Paz, J. (2006). Las fuentes de contaminación atmosféricas están clasificadas en fuentes fijas y fuentes móviles, entre las primeras se encuentran las emisiones de procesos industriales, canteras, etc. Igualmente, las segundas las produce principalmente el parque automotor. Por ende, generalmente la contaminación del

aire se vuelve más crítica principalmente en los grandes centros urbanos, donde factores como el crecimiento acelerado de las industrias, el parque automotor, construcciones, quemas, mal manejo de desechos sólidos, entre otros aumentan los perjuicios.

### **6.5. Principales contaminantes del aire**

Para Herrera, J., Rodríguez, S., & Rojas, J. (2011). Las emisiones de vehículos automotores están integradas por un gran número de contaminantes que provienen de muchos procesos diferentes, se consideran con mayor frecuencia las emisiones del escape, resultantes de la combustión del combustible. En tal virtud los contaminantes de interés clave en este tipo de emisiones incluyen: gases orgánicos totales (GOT), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), material particulado (PM), gases tóxicos del aire.

- **Monóxido de carbono**

Según Castro, P. & Escobar, I. (2006). El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Una cantidad significativa del CO emitido en áreas urbanas es producto de los vehículos automotores. El CO es un gas venenoso, que se produce depende de cómo se quema el combustible, es un gas más pesado que el oxígeno o el aire y desplaza al oxígeno de la atmósfera en pequeñas cantidades, el CO causa dolores de cabeza, mareos y náuseas. En grandes cantidades es mortal, porque priva al cuerpo del oxígeno necesario en sus pulmones. Por ende, cabe mencionar que el CO sobrevive en la atmósfera típicamente por 4 semanas, tiempo durante el gas se oxida gradualmente y forma dióxido de carbono.

Según Blancarte, J. (2011). Manifiesta que el monóxido de carbón se forma cuando la mezcla de combustible es rica y hay poco oxígeno para quemar completamente todo el combustible entre más rica sea la mezcla de combustible, más será a cantidad de CO que se produce. Por ende, cabe mencionar que para que se dé la mezcla perfecta sería el ingreso de 14,8 gramos de aire por 1 gramo de combustible, permitiendo de esta manera no generar gases contaminantes.

- **Óxidos de Nitrógeno (NO)**

Bajo el criterio de Castro, P. & Escobar, I. (2006). Afirman que los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases conformado por el nitrógeno y oxígeno. El nitrógeno es el elemento más común del aire y representa el 78% del aire que respiramos. Los óxidos de nitrógeno incluyen compuestos como óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). El término NO<sub>x</sub> se

refiere a la combinación de estas dos sustancias. El óxido nítrico es relativamente inofensivo, pero el dióxido de nitrógeno puede causar efectos en la salud y bienestar.

- **Hidrocarburos no combustionados (HC)**

De acuerdo a Castro, P. & Escobar, I. (2006). Las emisiones de HC de los vehículos son provenientes en su mayor parte del combustible que no ha logrado quemarse en el interior del cilindro y sale del motor por los conductos de escape, los hidrocarburos son el contaminante más importante y en mayor cantidad que produce un vehículo durante su vida útil del mismo. Por ende, cabe recalcar que la volatilidad de los hidrocarburos se relaciona con el número de átomos de carbono en cada molécula, es decir, a mayor número de carbonos el punto de ebullición es más elevado.

Según Blancarte, J. (2011). Afirma que los HC son generados por una mala ignición (una bujía o un cable de bujía en mal estado), un pobre encendido (un incorrecto ajuste al carburador o fugas en el vacío que crean una mezcla pobre al momento del encendido), pérdida de compresión (por fuga o una válvula de escape quemada) o por un motor desgastado lo que causa que queme aceite (guías de válvulas, anillos o cilindros usados).

**Tabla 3:** Contaminantes nocivos que emiten los autos a gasolina

Contaminantes	% del total en la atmósfera	Millones toneladas métricas
Dióxido de carbono	19 %	260
Monóxido de carbono	58 %	16
Metano	1 %	0.20
Óxido nitroso	35 %	0.15
Óxidos de nitrógeno	27 %	5.40

Elaborado por: Jhony, Román. (2017).

## 6.6. Clasificación de los contaminantes

Según Cepep. (1996). Contemplan que dentro de los contaminantes del aire, estos se clasifican en: contaminantes primarios y secundarios. Los contaminantes primarios, son emitidos a la atmósfera directamente por cualquier proceso industrial o natural. Mientras que, los secundarios, se forman en la atmósfera a partir de contaminantes primarios por causa de reacciones químicas.

**Tabla 4:** Contaminantes y su impacto

<b>CONTAMINANTE</b>	<b>FUENTE ANTROPOGÉNICA</b>	<b>TIEMPO DE RESIDENCIA</b>	<b>EFFECTOS</b>
Monóxido de carbono (CO)	Combustión incompleta	2 meses	Problemas cardiovasculares y neuronales
óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Vehículos, combustión	1 día	Enfermedades respiratorias, precursor de ozono y lluvia ácida
Hidrocarburos aromáticos	Escape vehículos, solventes	Horas – días	Precursores ozono
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Combustibles fósiles, quema de biomasa	3-4 años	Calentamiento global

Fuente: Muñoz, Ricardo . (2005).

### 6.7. Efectos de la contaminación atmosférica a la salud humana

Según Martínez, E., Quiroz, C., Daniels, F., & Montoya, A. (2007). Aseguran que los grupos más susceptibles a los efectos adversos de la contaminación del aire son los niños, ancianos y aquellos con enfermedades cardíacas o respiratorias. Por lo tanto, se dice que los efectos en la salud incluyen: el incremento en los síntomas respiratorios, la disminución en la función pulmonar, el incremento en la hospitalización y consultas médicas por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, el incremento de la morbilidad respiratoria.

De acuerdo a Rivero, E. (2016). La OMS refiere que la carga mundial de morbilidad, la contaminación del aire exterior e interior provoca unos siete millones de defunciones prematuras. Asimismo, representando actualmente uno de los mayores riesgos sanitarios mundiales, comparable a los riesgos relacionados con el tabaco, y superado únicamente por los riesgos sanitarios relacionados con la hipertensión y la nutrición. No obstante, se estima que un 80% de las defunciones prematuras relacionadas con la contaminación del aire exterior se deben a cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, mientras que un 14% se deben a neumopatía obstructiva crónica o infección aguda de las vías respiratorias inferiores, y un 6% a cáncer de pulmón. Así mismo se ha determinado que la contaminación del aire es carcinógena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminado están estrechamente relacionadas con el cáncer de pulmón, vías urinarias y vejiga.

## **6.8. Factores meteorológicos que influyen en el transporte y dispersión del contaminante (aire).**

- **Influencia de la velocidad y dirección del viento**

Según Ramos, H & Bautista, R. (2007). La dispersión de contaminantes en la atmósfera está influenciada significativamente por la variabilidad de la dirección del viento. Si la dirección del viento es constante, la misma área estará continuamente expuesta a niveles relativamente altos de contaminación. Por otra parte, cuando la dirección del viento es cambiante, los contaminantes serán dispersados sobre un área mayor y las concentraciones resultarán relativamente menores.

Según Ramos, H & Bautista, R. (2007). El viento también desempeña un papel significativo en el transporte y dilución de los contaminantes. Cuando su velocidad aumenta, mayor es el volumen de aire que se desplaza por unidad de tiempo, por la zona donde está localizada una fuente de emisión de contaminantes. La velocidad del viento afecta el tiempo de recorrido de los contaminantes entre la fuente y los receptores. Cuando los contaminantes son emitidos desde las fuentes, con impulso vertical y calor, la elevación de los mismos también está afectada por la velocidad del viento.

- **Influencia de la temperatura en el transporte de los contaminantes.**

Según Molina, M. (2011). El efecto de temperatura significa cuánto más alto sea más bajo es la concentración de un contaminante a un umbral de temperatura determinado, con relación a cuando la temperatura es menor que 25C.

## **6.9. Parque automotor**

Según Gómez, M., Tinoco, O., & Vásquez, J. (2004) “El parque automotor se refiere a la cantidad total de vehículos que circula por una zona o región definida”.

## **6.10. Emisiones por fuentes móviles**

De acuerdo a Inche, J. (2001). Considera que los vehículos automotores, tales como autos, camiones, taxis y microbuses, generan compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno, (NO y NO<sub>2</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>), partículas totales en suspensión (PTS), plomo, y diversos gases que causan reducción de la visibilidad, los mismo que tienen impactos negativos sobre la salud pública.

### **6.11. Los Vehículos y la Contaminación**

Según Herrera, J. (2012). Anteriormente se pensaba que el automóvil era un artículo de lujo, podía ser adquirido solo por personas particulares y empresarios de excelentes recursos económicos, considerado como novedoso y moderno medio de transportación. Mientras que, en las últimas décadas, este ha aparecido de forma masiva en las ciudades, lo que ha contribuido a incrementar la contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape.

### **6.12. Motor de combustión interna**

De acuerdo a Herrera, J. (2012). “Un motor de combustión interna, es una máquina que obtiene energía mecánica de manera directa de la energía química de una sustancia combustible que arde en el interior de una cámara de combustión.”

### **6.13. Gasolina**

Según Crouse, W. (2013). “Manifiesta que: la gasolina es un hidrocarburo (abreviado HC) constituido principalmente por hidrógeno y compuestos de carbono”.

### **6.14. Tipos de contaminantes por la gasolina**

De acuerdo a Schifter, I., & López, E. (2003). Mencionan que los vehículos a motor son la fuente de mayor contaminación ambiental, los cuales son: el monóxido de carbono (CO), el óxido de nitrógeno (NOx), los compuestos orgánicos volátiles (COV). La gasolina genera dos contaminantes:

- Los productos (generalmente gaseosos) de su combustión:

Si dice que el CO (monóxido de carbono), los hidrocarburos y los NOx (óxidos de nitrógeno) son provenientes de la combustión del motor, estos son transformados en productos inactivos. Mientras que bajo la operación del catalizador, los NOx son descompuestos en oxígeno y nitrógeno, por lo tanto el nitrógeno es emanado al exterior, mientras que las moléculas de oxígeno pasan a combinarse con los hidrocarburos y monóxido de carbono.

- Sus vapores:

Los vapores de la gasolina son emanados de la ventilación del ducto de entrada al tanque de la gasolina, o bien del carburador y representan 20% de los contaminantes que arroja un vehículo. Mientras que el 20% proviene del cárter y lo constituyen hidrocarburos con poco CO (monóxido de carbono).

Hoy en día se ha incorporado en el automotor el catalizador para abatir la concentración de algunos contaminantes, este dispositivo tiene la función de transformar los gases tóxicos generados por la combustión en un motor, en otros componentes totalmente inofensivos para la naturaleza.

### **6.15. Efectos de la contaminación del Aire para la Salud en Ecuador**

Bajo el criterio de Geoecuador. (2008). El Ecuador los problemas ambientales relacionados con la calidad del aire se presentan en las grandes ciudades, en especial en Quito, Guayaquil y Cuenca, donde se evidencia gran concentración de población urbana y la presencia de industrias manufactureras. Las urbes hoy en día demandan grandes cantidades de energía para satisfacer sus necesidades, La contaminación atmosférica urbana en el Ecuador es generada principalmente por la flota vehicular, mayor responsable de las emisiones de los principales contaminantes del aire y por lo tanto de enfermedades respiratorias en la población, lo que evidencia la necesidad de mejorar la calidad del combustible.

### **6.16. Software R.**

El sitio web de (The R Project for Statistical Computing) define a R como un lenguaje de programación y entorno que proporciona una amplia variedad de técnicas estadísticas y gráficos. R es un conjunto integrado de instalaciones de software para manipulación de datos, cálculo y visualización gráfica. Incluye

- Una instalación efectiva de manejo y almacenamiento de datos
- Un conjunto de operadores para cálculos en matrices, en particular matrices
- Una colección grande, coherente e integrada de herramientas intermedias para el análisis de datos
- Instalaciones gráficas para el análisis de datos y visualización en pantalla o en copia impresa.

- Un lenguaje de programación bien desarrollado, simple y efectivo que incluye condicionales, bucles, funciones recursivas definidas por el usuario e instalaciones de entrada y salida.

El término "medio ambiente" tiene la intención de caracterizarlo como un sistema completamente planificado y coherente, en lugar de una acumulación incremental de herramientas muy específicas e inflexibles, como es frecuentemente el caso con otro software de análisis de datos

Ihaka, R., & Gentleman, R. (2018). R fue creado por Ross Ihaka y Robert Gentleman en la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, es desarrollado actualmente por el R Development Core Team. La denominación de R se debe en parte a las iniciales del nombre de los dos autores y en otra parte por el desarrollo implementado sobre el lenguaje S; por lo que en parte del código de S funciona bajo R

### **6.17. Ventajas de R**

Según Sánchez, A. (2014). La ventaja de R frente a otros programas habituales de análisis de datos, como SPSS, Matlab o Minitab, son múltiples; entre ellas tenemos:

- Es software libre, por tanto gratuito y es multiplataforma.
- Está avalado y en constante desarrollo por una amplia comunidad científica que lo utiliza como estándar para el análisis de datos.
- Cuenta con una multitud de paquetes para todo tipo de análisis estadístico y representaciones gráficas, desde los más habituales hasta los más novedosos y sofisticados.
- Los paquetes están organizados y documentados en el repositorio CRAN, donde pueden descargarse libremente.
- Es programable, lo que permite crear fácilmente funciones o paquetes.
- Existen multitud de libros, manuales y tutoriales libres que permiten su aprendizaje e ilustran el análisis estadístico de datos en distintas disciplinas.

### **6.18. Rstudio y Openair**

RStudio, (2015). La consola de R puede parecer no amigable para el usuario, motivo por el cual, se desarrolló una interfaz sencilla e intuitiva. RStudio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para R, que incluye una consola, un editor para la ejecución directa del

código, así como herramientas para el ploteo, mostrar el historial, la depuración y la gestión del espacio de trabajo. Al igual que R, Rstudio es software libre y está disponible para Windows, Mac y Linux, en la versión de escritorio.

Openair está disponible desde 2010 en el repositorio de CRAN. El proyecto openair es un proyecto integrado de intercambio de conocimientos del Consejo de Investigación del Medio Ambiente en el King's College de Londres, con apoyo del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Defra) y de la Universidad de Leeds (Environmental Research Group, 2015). En un inicio openair fue desarrollado para la comunidad de la calidad del aire, pero es útil en varias actividades adicionales:

- Las técnicas son utilizadas en ciencias atmosféricas.
- Consultorías e industrias para quién la contaminación del aire es importante.
- Academia, ya que las técnicas son útiles para fines de investigación.
- Reguladores que se ocupan del control de la contaminación del aire.
- Openair contiene bastantes herramientas para evaluación de modelos.

### **6.19. Instrucciones Gráficas en OPENAIR**

Para generar gráficos referentes a la calidad de aire, se cuenta con los componentes que la librería OPENAIR contiene, ya que en el Software R no se puede realizar específicamente análisis de la calidad del aire.

### **6.20. La gráfica Polar o Polar Plot**

Polar Plot es una de las funciones más frecuentes que se utiliza para la gráfica de contaminantes. Con Rstudio y la función polarPlot se obtiene un gráfico polar bivariable en coordenadas polares, que muestran la variación de la concentración del contaminante en función de la velocidad y dirección del viento.

De acuerdo a Carlaw, D. (2015), un plot bivariable es construido de la siguiente forma:

La velocidad del viento, dirección del viento y los datos de las concentraciones son particionadas en intervalos de velocidad/dirección del viento y la concentración media es calculada por cada intervalo.

### 6.21. Instrumento de medición AVL DITEST GAS 1000

Se trata de un instrumento diseñado para realizar pruebas oficiales en la medición de gases de escape para vehículos a gasolina. Características como robustez, rapidez y eficiencia, lo hacen el más empleado. El equipo posee características que lo hacen ideal para su manejo:

- Manejo del cliente y del vehículo incluido en el software.
- Conexión a la red de forma fácil y versátil.
- Medición de los gases de escape rápidamente.
- Pantalla grande que puede ser leída directamente bajo la luz del sol.
- Manejo claro, rápido e intuitivo.
- Realizar la calibración del equipo cada año.

**Tabla 5:** Especificaciones técnicas AVL ditest gas 1000

<b>COMPONENTES Y ESTRUCTURA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Pantalla	Cristal líquido de alta resolución, capacidad para gráficos e iluminación posterior.
Impresora	Impresora láser ML 1640.
Teclado	Teclas de funciones internas, conector para teclado de PC.
Consumo de energía	125 W.
Temperatura de operación	+4 °C ----- +40°C.
Peso	16 Kg.
Gases de medición	Calibrado para: Monóxido de Carbono (CO) / Hidrocarburos no Combustionados (HC).

Elaborado por: Jhony, Román. (2017).

### 6.22. MARCO LEGAL

#### Normativa Vigente Aplicable

Los vehículos que serán evaluados deberán cumplir con las normativas ambientales vigentes en el Ecuador:

- **Constitución De La República Del Ecuador**

Publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008. Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

- **Ley De Prevención Y Control De La Contaminación Ambiental**

Art. 3.- Se sujetarán al estudio y control de los organismos determinados en esta Ley y sus reglamentos, las emanaciones provenientes de fuentes artificiales, móviles o fijas, que produzcan contaminación atmosférica.

Art. 326.- Todos los motores de los vehículos que circulan por el territorio ecuatoriano, no deberán sobrepasar los niveles máximos permitidos de emisiones de gases contaminantes, exigidos en la normativa correspondiente.

- **Normas Técnicas Ecuatorianas vigentes INEN**

**Norma Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2 203:2000.** Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Esta norma establece el método de ensayo para la determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralentí”. Prueba estática.

**Norma Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2204.** Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres que Emplean Gasolina. Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que emplean gasolina. 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 6:** Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática.).

AÑO MODELO	% de $CO^a$		ppm $HC^a$	
	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 – 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).				

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204.

## 7. PREGUNTA CIENTÍFICA.

¿El monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados medidos en los vehículos con motor a gasolina posteriores al año 2000 y anteriores al año 1999 cumplen con los estándares permitidos en la normativa Técnica Ecuatoriana vigente INEN 2204, evidenciado con la simulación del software R.?

Realizada la medición de gases a los vehículos con motor a gasolina del cantón La Maná, mediante una comparación con la normativa Técnica Ecuatoriana vigente INEN 2204 para vehículos del año 2000 y posteriores, se evidenció en el Software R que el 85,44% de monóxido de carbono y el 74,04 % de hidrocarburos no quemados de la población muestreada no superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma vigente, dando a demostrar el bajo nivel de contaminación atmosférico generado por los vehículos a gasolina

Realizada la medición de gases a los vehículos con motor a gasolina del cantón La Maná, mediante una comparación con la normativa Técnica Ecuatoriana vigente INEN 2204 para vehículos del año 1990 al 1999, se evidenció en el Software R que el 73,91% de monóxido de carbono y el 69,57% de hidrocarburos no quemados de la población muestreada no superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma vigente, dando a demostrar el bajo nivel de contaminación atmosférico generado por los vehículos a gasolina

Realizada la medición de gases a los vehículos con motor a gasolina del cantón La Maná, mediante una comparación con la normativa Técnica Ecuatoriana vigente INEN 2204 para vehículos del año 1998 y anteriores, se evidenció en el Software R que el 66,66% de monóxido de carbono y el 60% de hidrocarburos no quemados de la población muestreada no superan los límites máximos permisibles establecidos en la norma vigente, dando a demostrar el bajo nivel de contaminación atmosférico generado por los vehículos a gasolina

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el Cantón La Maná, en la sede de matriculación vehicular de la Mancomunidad de Movilidad de la Provincia de Cotopaxi, que está localizado en la región occidental de las estribaciones externas de la cordillera de Los Andes.

**Tabla 7:** Coordenadas geográficas UTM del área de estudio.

COORDENADAS UTM.	
PUNTOS	UTM
X	695777
Y	9895948
Altitud	212 msnm

Elaborado por: Jhony, Román. (2017).

**Figura 1:** Ubicación geográfica de la sede de matriculación vehicular del Cantón La Maná.



Elaborado por: Jhony, Román. (2017).

### 8.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

- **Bibliográfica**

Se recopiló información relacionada con las emisiones de gases generados por los vehículos a gasolina, el uso y funcionamiento de: el Software R, la consola Rstudio y el paquete openair aplicado a la calidad del aire con el fin de que la información sea auténtica.

- **Campo**

Se realizó directamente en la mancomunidad de movilidad de tránsito y transporte de la Provincia de Cotopaxi, sede del cantón la Maná, donde se ejecutó las mediciones de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados emitidos por el tubo de escape de los vehículos a gasolina.

### **8.3. MÉTODOS**

- **Método Científico**

Se analizó el porcentaje de monóxido de carbono y las partes por millón de hidrocarburos no quemados utilizando: el método de ensayo INEN 2203 y el protocolo establecido por el equipo de medición de gases AVL DITEST 1000.

- **Método Inductivo**

El problema de investigación se ejecutó mediante el análisis de datos del monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados en forma individual, es decir de vehículo en vehículo obteniendo datos que posteriormente se comparó de acuerdo con el año de fabricación y la altura del lugar de estudio de la cantidad de vehículos que cumplen y no cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2204.

- **Método analítico**

Este método ayudó a realizar análisis y simulaciones de la dispersión de los contaminantes basados en los datos de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados de los vehículos a gasolina, combinando con los factores meteorológicos: Temperatura, velocidad y dirección del viento, para lo cual se aplicó el software Rstudio conjuntamente con el paquete Openair.

### **8.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.**

- **Población**

Mediante un diagnóstico con investigaciones bibliográficas y como fuente de sustentabilidad ANT (Agencia Nacional de Tránsito, anexo 15.2), en la Provincia de Cotopaxi se matriculan 30. 278 vehículos a gasolina, 6.201 vehículos a diésel, híbridos 25 y gas licuado de petróleo 7 al año.

**Tabla 8:** Número de vehículos matriculados por tipo de combustible año 2016, Provincia de Cotopaxi.

TIPO DE COMBUSTIBLE	NÚMERO DE VEHÍCULOS	PORCENTAJE
DIÉSEL	6.201	17%
GASOLINA	30.278	82%
HÍBRIDO	25	0.068%
GAS LICUADO DE PETRÓLEO	7	0.019%
TOTAL DE VEHÍCULOS	36.511	100%

Fuente: Agencia Nacional de Transito – ANT (2016)

- **Muestra**

Para obtener la muestra se realizó una relación entre los datos publicados por la (ANT) y los datos establecidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador posee un indicador de 124 vehículos matriculados por cada 1.000 habitantes, por año calendario. Por lo tanto, con la información de los vehículos matriculados en año 2016 en la provincia de Cotopaxi relacionado con la proyección poblacional para el 2017 se estimó un número aproximado de 5, 361 vehículos a gasolina existentes en el Cantón La Maná.

**Tabla 9:** Proyección de población de vehículos para el cantón la Maná año 2017.

TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD	PORCENTAJE
DIÉSEL	1,111	17,17%
GASOLINA	5,361	82,83%
TOTAL	6,472	100%

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

### **Cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población.**

Se aplicó la fórmula establecida por Fisher y Navarro (Autores de Estadística Inferencial y Descriptiva) para calcular el tamaño de la muestra cuando la población es conocida es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2 \times pq}{NE^2 + Z^2 \times pq}$$

**Dónde:**

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la Población, (5,361)

Z= valor correspondiente a la distribución de gauss = 1.96 por el nivel de confianza que es 95%.

p= prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p =5%/100= 0.05)

q= 1 – p (p= 1- 0.05: 0.95)

E= error que se prevé cometer. (3%/100= 0.03). Comúnmente se acepta como porcentaje de error el 5 %. Pero para obtener más precisión en esta investigación se trabajará con un error del 3%/100%= 0,03.

Por lo tanto, el número de vehículos a gasolina a realizar las respectivas mediciones de Monóxido de carbono e Hidrocarburos no quemados en el cantón la Maná sería:

$$n = \frac{NZ^2 \times pq}{NE^2 + Z^2 \times pq}$$

$$n = \frac{(5,361 \times 1.96^2) \times (0.05 \times 0.95)}{5,361 \times (0.03)^2 + 1.96^2 \times (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = \frac{978.25}{5.00}$$

**n =196 vehículos a gasolina**

**8.5. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS**

**Tabla 10:** Instrumentos y equipos

<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>EQUIPO</b>
Cámara fotográfica.	AVL DITEST 1000 para gases.
GPS.	
Computador.	
Impresora.	
Software R	

Elaborado por: Jhony, Román. (2017).

- **Equipo AVL DITEST Gas 1000 con accesorio a gasolina.-** Equipo requerido para determinar el porcentaje de monóxido de carbono (CO) y partes por millón de hidrocarburos no quemados (HC).

**Figura 2:** AVL DITEST Gas



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

## **Equipo de Protección Personal**

### **a. Máscara semi-reusable con filtro 2091 P100**

Se utilizó como protección respiratoria ya que provee de una barrera ante la exposición de gases de combustión.

### **b. Guantes de Nitrilo**

Se utilizó los guantes de nitrilo para la protección de las manos, ya que se tuvo contacto directo con partes del motor y tubo de escape de las unidades de medidas.

### **c. Gafas**

Se utilizaron las gafas de seguridad ocular como protección contra la proyección de partículas. Las gafas son de material de plástico o de materiales de goma flexible asegurados a la cabeza con una correa de goma flexible o con cuerdas de anteojos regulares.

### **d. Calzado de seguridad**

Zapatos de punta de acero, es uno de los accesorios más importantes ya que evita accidentes y mantiene al trabajador/a fuera de peligro.

## 8.6. PROTOCOLO PARA LAS MEDICIONES DE GASES

Para la toma de datos se utilizó el protocolo del uso del AVL DITESTE 1000 y el método de ensayo de la Normativa Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2 203:2000; el mismo que establece:

### **Antes de la prueba, realizar las verificaciones siguientes:**

- Someter al equipo a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante (10 minutos para calentamiento).
- Retirar todo material en forma de partículas y eliminar toda sustancia extraña o agua, que se hayan acumulado en la sonda de prueba y que puedan alterar las lecturas de la muestra.
- Revisar que la transmisión del vehículo esté en neutro (transmisión manual) o parqueo (transmisión automática).
- Revisar que el control manual del ahogador (choque), no se encuentre en operación, y que los accesorios del vehículo (luces, aire acondicionado, etc.), estén apagados.
- Revisar en el vehículo que el sistema de escape se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.
- Si el vehículo no cumple con las condiciones establecidas en el apartado anterior no se deberá realizar la prueba hasta que se corrijan las observaciones.
- Revisar que el nivel de aceite en el cárter esté entre el mínimo y máximo recomendado por el fabricante, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.
- Encender el motor del vehículo y verificar que se encuentre a la temperatura normal de operación (Temp. aceite 60°C).

### **Durante la medición:**

- Protocolo del AVL DITESTE 1000: Registrar los datos generales del vehículo (tipo de vehículo, marca, placa y kilometraje) en el equipo AVL DITEST 1000, esperar un lapso de 10 minutos donde los datos queden grabados en el equipo, procediendo a la fase de estabilización.
- Conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de encendido del motor y verificar las condiciones de marcha mínima o "ralentí".

- Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o "ralentí", introducir la sonda de prueba en el punto de salida del sistema de escape del vehículo. Tener la seguridad de que la sonda permanezca fija dentro del sistema de escape mientras dure la prueba.
- Esperar el tiempo de respuesta del equipo de medición dado por cada fabricante.
- Imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.
- Si, por diseño, el vehículo tiene doble sistema de escape, medir por separado cada salida. El valor del resultado final será la mayor lectura registrada.

### **Informe de resultados**

- El resultado final será la mayor lectura registrada de los valores de las lecturas obtenidas.

## 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 9.1. Clasificación de los vehículos por año de fabricación.

Se clasificó los vehículos con motor a gasolina de acuerdo a su año de fabricación como lo establece la Norma Técnica Ecuatoriana vigente NTE INEN 2204. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres que Emplean Gasolina.

**Tabla 11:** Clasificación de vehículos por año de fabricación.

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS POR AÑO DE FABRICACIÓN	
AÑO MODELO	NÚMERO DE VEHÍCULOS
2000 y posteriores	158 Vehículos
1990 – 1999	23 Vehículos
1989 y anteriores	15 Vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>196 Vehículos</b>

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** La Tabla 11 muestra la clasificación de los vehículos de acuerdo al año de fabricación. Por lo tanto, se menciona que a partir del año 2000 y posteriores se registraron 158 vehículos, mientras del año 1990 a 1999 se obtuvieron 23 vehículos, del año 1989 y anteriores se registra 15 vehículos. Todo esto refleja el total de 196 vehículos que representa la muestra del estudio de investigación.

**DISCUSIÓN:** El número de vehículos con año de fabricación posteriores al año 2000 supera al resto, determinando que el parque automotor del cantón La Maná está siendo renovando constantemente, existiendo un beneficio para el medio ambiente y a la sociedad, mismos que generan una mínima contaminación que no afecta de manera agravante la calidad del aire.

## 9.2. Comparación de las emisiones vehiculares de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC) con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 evidenciado el software R.

### 9.2.1. Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 2000 y posteriores con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

Los 158 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar el 1.0% de CO según la NTE INEN 2204, caso contrario no cumplirán con la normativa.

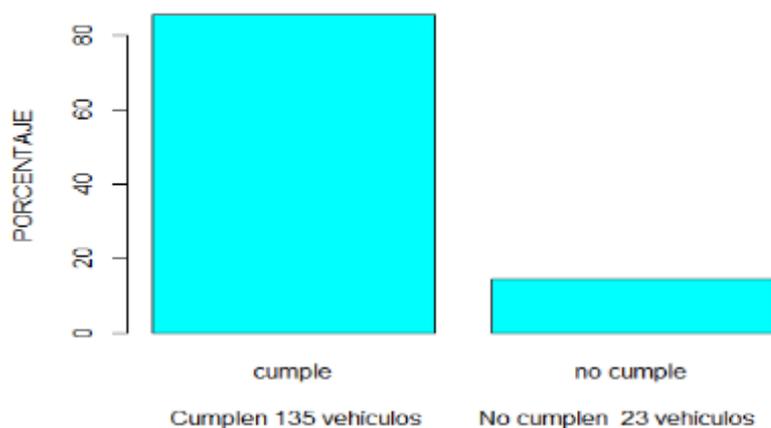
**Tabla 12:** Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 2000 y posteriores

<b>VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES MONÓXIDO DE CARBONO (CO)</b>			
<b>NTE 2204</b>	<b>Media Mediciones CO</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No Cumplen</b>
1,0 % CO	0,31 % CO	135 vehículos	-----
	3.61 % CO	-----	23 vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>158 vehículos</b>		

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 3:** Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204.

#### **Comparación CO Vehículos 2000 y Posteriores**



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se identifica de los 158 vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores; 135 vehículos con un volumen menor al 1,0 % de CO cumplen con la normativa ambiental vigente

representando el 85,44%, mientras que 23 vehículos mayores al 1,0 % de CO corresponden el 14,56% que no cumplen con los límites permisibles como lo establece la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

**9.2.2. Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.**

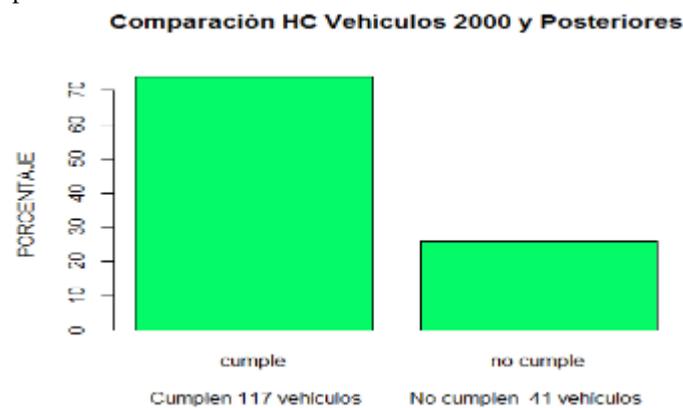
Todos los 158 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar las 200 partes por millón (ppm) de HC, caso contrario no cumplirán la normativa.

**Tabla 13:** Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 2000 y posteriores

<b>VEHÍCULOS DEL AÑO 2000 Y POSTERIORES HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)</b>			
<b>NTE 2204</b>	<b>Media Mediciones HC</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No cumplen</b>
200 ppm HC	90,11 ppm HC	117 vehículos	-----
	674,17 ppm HC	-----	41 vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>158 vehículos</b>		

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 4:** Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 2000 y posteriores con la NTE INEN 2204.



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se identifica de los 158 vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores, 117 vehículos con un volumen menor a 200 ppm de HC cumplen con los límites permisibles representando el 74,05%, mientras que 42 vehículos mayores a 200 ppm de HC simbolizan el 25,95 % que no cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204.

### 9.2.3. Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

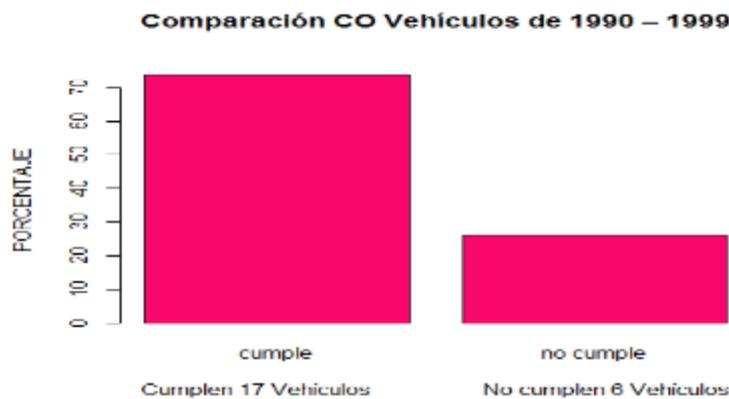
Todos los 23 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar el 3,5% de CO, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

**Tabla 14:** Comparación de las emisiones vehiculares de CO por año de fabricación 1990 – 1999

<b>VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 – 1999 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)</b>			
<b>NTE 2204</b>	<b>Media Mediciones CO</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No cumplen</b>
3,5 % CO	1,21 % CO	17 vehículos	-----
	5,26 % CO	-----	6 vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>23 vehículos</b>		

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 5:** Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204.



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se determina de los 23 vehículos con año de fabricación 1990 a 1999; 17 vehículos con un volumen menor a 3,5% de CO simbolizan el 73,91% cumpliendo con la normativa vigente, considerando que 6 vehículos mayores a 3,5% de CO corresponden el 26,09 % sobrepasando el valor y no cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

### 9.2.4. Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

Todos los 23 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar los 650 partes por millón (ppm) de HC, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

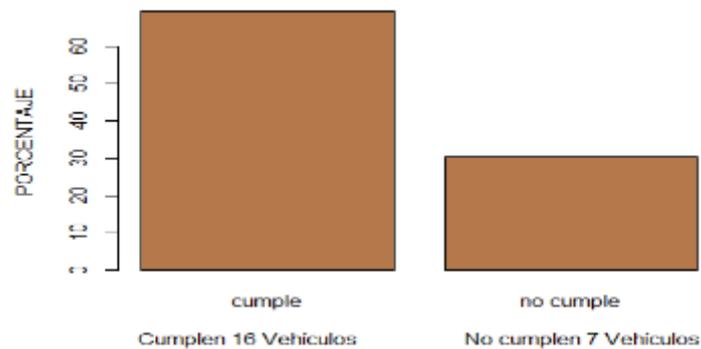
**Tabla 15:** Comparación de las emisiones vehiculares de HC vehículos por año de fabricación 1990 – 1999

<b>VEHÍCULOS DEL AÑO 1990 – 1999 HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)</b>			
<b>NTE 2204</b>	<b>Media mediciones HC</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No cumplen</b>
650 ppm HC	268,81 ppm HC	16 vehículos	-----
	2106 ppm HC	-----	7 vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>23 vehículos</b>		

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 6:** Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1990 – 1999 con la NTE INEN 2204.

**Comparación HC Vehículos de 1990 – 1999**



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R se identifica de los 23 vehículos con año de fabricación 1990 a 1999, 16 vehículos con un volumen menor de 650 ppm de HC representan un 69,57% cumpliendo con la normativa, por ende, los 7 vehículos restantes son mayores a 650 ppm de HC simbolizando el 30,43% incumpliendo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

### 9.2.5. Comparación de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.

Todos los 15 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar el 5,5% de CO, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

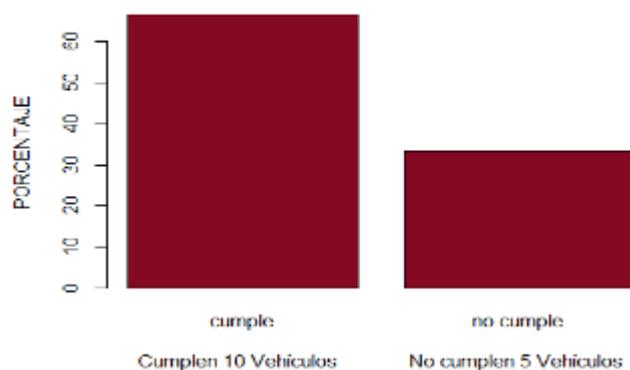
**Tabla 16:** Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores

<b>VEHÍCULOS DEL 1989 Y ANTERIORES COMPARACIÓN MONÓXIDO DE CARBONO (CO)</b>			
<b>NTE 2204</b>	<b>Media mediciones CO</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No cumplen</b>
<b>5,5 % CO</b>	2,52 % CO	10 vehículos	-----
	6,61 % CO	-----	5 vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>15 vehículos</b>		

Elaborado por: Jhony, Román. (2018)

**Figura 7:** Comparación de las emisiones vehicules de Monóxido de Carbono por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204.

**Comparación CO de 1989 y anteriores.**



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software R de los 15 vehículos con año de fabricación 1989 y anteriores, 10 vehículos con un volumen menor a 5,5% de CO interpretan el 66,66% cumpliendo con la normativa en estudio, mientras que 5 vehículos mayores al 5,5% de CO simbolizan el 33,34% excediendo el valor y no cumplen con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204.

#### **9.2.6. Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados (HC) por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204 evidenciado en el software R.**

Todos los 15 vehículos comprendidos en esta categoría no deben superar 1000 partes por millón (ppm) de HC, caso contrario no cumplirán la normativa respectivamente.

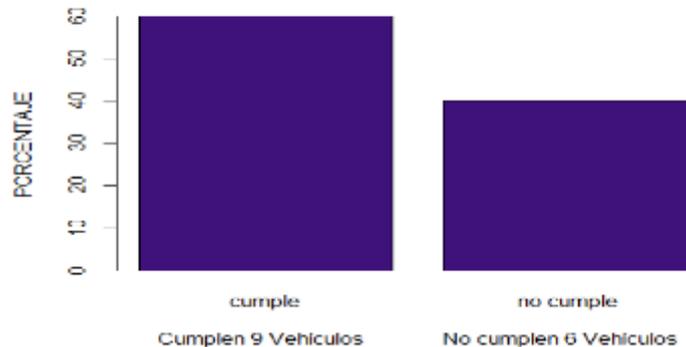
**Tabla 17:** Comparación de las emisiones vehiculares de HC por año de fabricación 1989 y anteriores

<b>VEHÍCULOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES HIDROCARBUROS NO QUEMADOS (HC)</b>			
<b>NTE 2204</b>	<b>Media Mediciones HC</b>	<b>Cumplen</b>	<b>No cumplen</b>
<b>1000 ppm HC</b>	524, 22 ppm HC	9	-----
	2367,83 ppm HC	-----	6 vehículos
<b>TOTAL</b>	<b>15 vehículos</b>		

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 8:** Comparación de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados por año de fabricación 1989 y anteriores con la NTE INEN 2204.

**Comparación HC de 1989 y anteriores.**



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en el Software de los 15 vehículos con año de fabricación 1989 y anteriores, 9 vehículos con un volumen menor de 1000 ppm de HC cumplen con la normativa representan el 60%, mientras que los 7 vehículos restantes son mayores a 1000 ppm de HC incumpliendo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 reflejando un valor del 40 %.

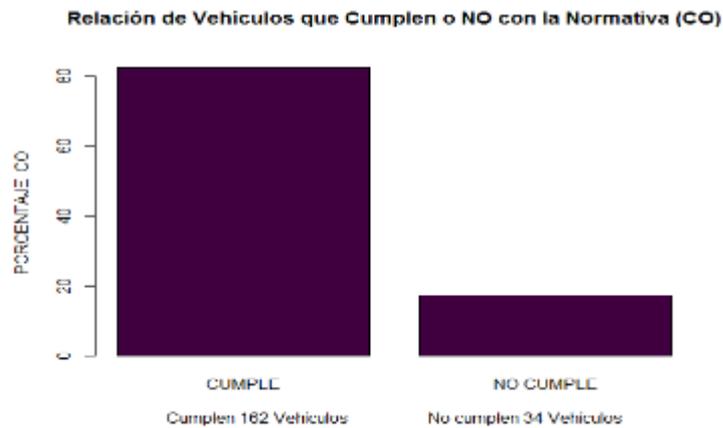
### 9.2.7. Análisis general de las comparaciones realizadas de las emisiones vehiculares de Monóxido de Carbono (CO) con la NTE INEN 2204.

**Tabla 18:** Análisis general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro CO.

	<b>CUMPLEN</b>	<b>NO CUMPLEN</b>
<b>VEHÍCULOS</b>	162	34
<b>TOTAL</b>	<b>196 Vehículos</b>	

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 9:** Relación general de vehículos que Cumplen con la Normativa – No Cumplen con la Normativa parámetro CO.



**Elaborado por:** Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos del total de la clasificación de vehículos por años de fabricación se ejecutó una gráfica con la ayuda del paquete Rcomander, donde se puede apreciar de los 196 vehículos que fueron evaluados; 162 vehículos simbolizan el 82,65% cumpliendo con la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204, mientras que 34 vehículos representan el 17,35% constatando que sobrepasan los límites máximos permisibles.

**DISCUSIÓN:** La evaluación del porcentaje de monóxido de carbono de la muestra total de 196 vehículos que circulan a una altitud de 212 (msnm) se obtuvo como resultado un gran porcentaje de vehículos que se encuentran dentro de la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204, determinando que para vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores se encuentran en una evolución automotriz, buscando una relación amigable con el medio ambiente y la sociedad, relacionado de mejor manera sus partes mecánicas y electrónicas, motivo por el cual generan una buena combustión interna de aire-combustible evitando el exceso de emisión de monóxido de carbono; los vehículos que no cumplen con la normativa son por fallas mecánicas como: sensor de oxígeno en malas condiciones, filtros de aire en mal estado, sistema de inyección de combustible mal calibrados. Mientras que para los vehículos por año de fabricación de 1990 a 1999 dan a conocer que tienen un buen mantenimiento correctivo y preventivo del motor por parte de los propietarios; los vehículos que incumplen con la normativa son por causas como: sus partes mecánicas se encuentran desgastadas por el transcurso de los años e impiden una correcta combustión, falta de mantenimiento del motor

por parte de los propietarios. Los vehículos por año de fabricación de 1989 y anteriores que cumplen con la normativa en estudio se encuentran en perfectas condiciones, evidenciando que llevan un mantenimiento preventivo y correctivo y de esta manera permitiendo que el motor tenga una buena combustión. Por ende, los vehículos que no cumplen con la normativa por que han llegado a su vida útil, presentan fallas mecánicas por el transcurso de los años de funcionamiento.

Cabe recalcar que la altura en la que circulan los vehículos permite una correcta combustión aire- gasolina lo que provoca una excelente eficiencia en los motores a gasolina, reduciendo la emisión del parámetro en estudio por el tubo de escape; ya que se establece que a menor altura (msnm) existe menor contaminación por monóxido de carbono. De la misma manera corroboran los autores Cantos Rojas & Toledo Garzón. (2015): A mayor altura sobre el nivel del mar la concentración de contaminantes en los gases de escape aumenta debido a que el volumen de oxígeno es menor y por lo tanto habrá un aumento en el consumo de combustible en comparación con la altitud del nivel del mar.

### 9.3. Análisis general de las comparaciones realizadas de las emisiones vehiculares de Hidrocarburos no quemados con la NTE INEN 2204.

**Tabla 19:** Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC.

	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
<b>VEHÍCULOS</b>	142	54
<b>TOTAL</b>	<b>196 Vehículos</b>	

Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**Figura 10:** Relación general de vehículos que Cumplen la Normativa – No Cumplen la Normativa parámetro HC.



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De acuerdo a los resultados obtenidos del total de la clasificación de vehículos por años de fabricación se ejecutó un gráfica con la ayuda del paquete Rcomander; en esta se puede apreciar de los 196 vehículos que fueron evaluados; 142 vehículos equivalen un 72,44% cumpliendo con la normativa para Hidrocarburos no quemados estipulados en la Tabla N° 1 de la normativa NTE INEN 2 204, mientras que los 54 vehículos restantes equivalentes al con la normativa sobrepasando los valores permitidos.

**DISCUSIÓN:** La evaluación del porcentaje de hidrocarburos no quemados (HC) se realizó a vehículos que circulan a una altitud de 212 (msnm) obteniendo como resultado un gran porcentaje de vehículos que se encuentran dentro de la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204, determinando que para vehículos con año de fabricación 2000 y posteriores se encuentran en una evolución automotriz, buscando una relación amigable con el medio ambiente y la sociedad, renovando día a día sus sistemas integrales de funcionamiento y relacionado de mejor manera sus partes mecánicas y electrónicas, motivo por el cual generan una buena combustión interna de aire-combustible evitando el exceso de emisión de hidrocarburos no quemados; los vehículos que no cumplen con la normativa por sobrepasar el kilometraje del cambio de aceite. Mientras que para los vehículos por año de fabricación de 1990 a 1999 dan a conocer que tienen un buen mantenimiento preventivo y correctivo del automotor por parte de los propietarios; los vehículos que no cumplen con la normativa al no tener un mantenimiento adecuado ocasionado sus partes mecánicas se encuentren desgastadas e impiden una correcta combustión. Para los vehículos por año de fabricación de 1989 y anteriores se determina que los automotores conllevan una buena combustión por los mantenimientos adecuados que estos reciben por sus propietarios, al contrario de los vehículos que no cumplen con la normativa por fallas mecánicas que vienen presentando en el transcurso del tiempo siendo esto un factor negativo permitiendo que los vehículos emitan el contaminante HC por el tubo de escape en grandes proporciones.

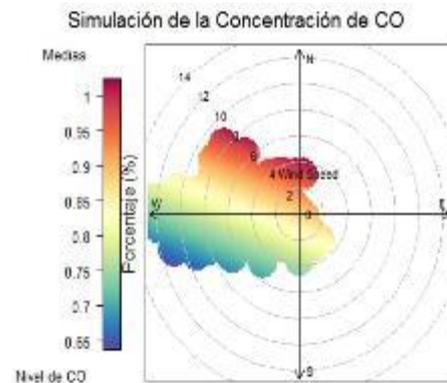
#### **9.4. Representación gráfica (polar plot) de la simulación en R con la consola Rstudio en conjunto con el paquete estadístico openair del contaminante Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC)**

##### **Minería de datos (data mining), para la simulación estadística en Rstudio y openair.**

Para el análisis y simulación en el software Rstudio y el paquete openair se realizó una base de datos conocida como (data minig) ver anexo 15.7, relacionando los resultados de las mediaciones de los contaminantes con los factores meteorológicos: dirección del viento,

velocidad del viento y temperatura. El porcentaje de monóxido de carbono y las partes por millón de los hidrocarburos no quemados se obtuvieron de las mediciones realizadas a los automotores, mientras que los datos de los factores meteorológicos fueron tomados del archivo meteorológico en línea (Meteoblue) para el Cantón la Maná a 212 msnm, estableciendo:  $0^\circ$  = Norte,  $90^\circ$  = Este,  $180^\circ$  = Sur Y  $270^\circ$  = Oeste.

**Figura 11:** Distribución geográfica del contaminante CO en base a la velocidad y dirección

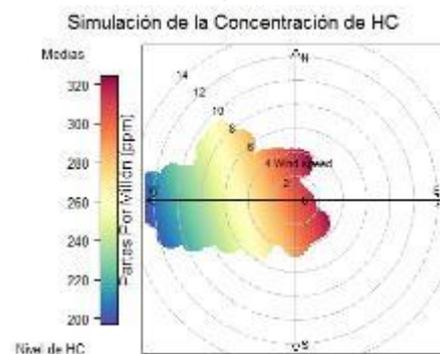


Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** EL contaminante monóxido tiene una concentración predominante en los puntos geográficos Nor-Este (NE) distribuyéndose geográficamente en el Nor-Oeste (NW) a una velocidad del viento inicial de 2m/s hasta los 10m/s concentrándose en un foco con mayor intensidad. Por lo tanto se manifiesta que el contaminante generado por las emisiones vehiculares a gasolina por los tubos de escape son dominadas desde las medias máximas de 0.9% hasta el 1% de CO.

**DISCUSIÓN:** En el Gráfico 10 se puede determinar que las escasas corrientes de viento producen una dispersión del monóxido de carbono de manera muy ineficaz provocando un foco de concentración, por esta razón se manifiesta que las bajas velocidad del viento es un factor meteorológico agravante permitiendo que el parámetro en estudio se aglomere en altas cantidades. Por ende, cabe recalcar que a altas velocidades del viento el contaminante tiende a dispersarse con mayor facilidad siendo esto un factor beneficioso.

**Figura 12:** Distribución geográfica del contaminante en base a la velocidad y dirección del viento

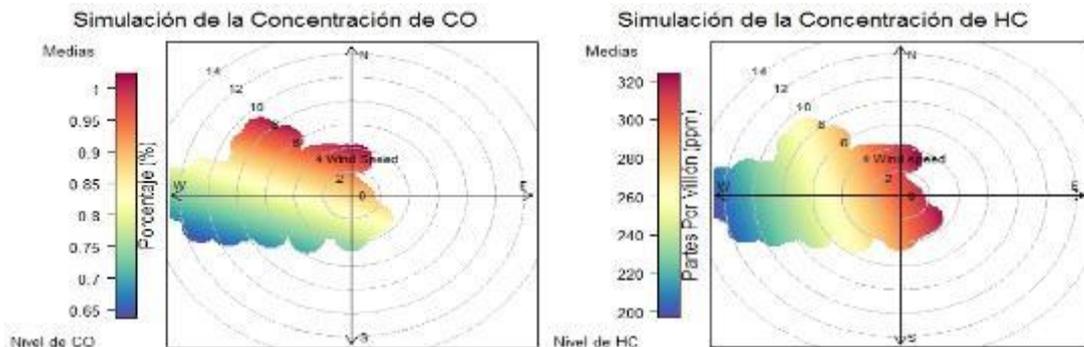


Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** Mediante la gráfica polar plot se determina que los hidrocarburos no quemados tienen una concentración geográficamente distribuyéndose en el Nor-Oeste (NO), Sur-Oeste (SO), Nor-Este (NE) y Sur-Este (S-E), de esta manera generando un foco de aglomeración de color rojo, estas concentraciones son dominadas por las emisiones al aire que van desde los 280 ppm, hasta las 320 ppm de hidrocarburos no quemados.

**DISCUSIÓN:** De la gráfica analizada se determina que las escasas corrientes de viento generan concentraciones de hidrocarburos no quemados, por esta razón se muestra que las bajas velocidad del viento es un factor meteorológico agravante que permite que el parámetro en estudio se aglomere en altas cantidades. Es decir que a bajas velocidades del viento el contaminante tiende a concentrarse con mayor facilidad siendo esto un factor negativo, mientras que a altas velocidades el HC tiende a dispersarse.

**Figura 13:** Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono e Hidrocarburos no quemados en base a la velocidad del viento y dirección del viento.



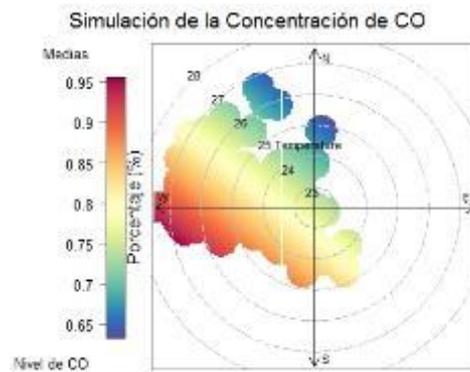
Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** La grafica número 13 muestra la variación de la concentración de monóxido de carbono CO e hidrocarburos no quemados HC generados por el parque automotor a gasolina, determinando la aglomeración de los contaminantes en función a diferentes velocidades del viento identificando el valor de la concentración máxima del 1% para el parámetro CO mientras que para el parámetro HC su valor de concentración máxima es de 320 ppm.

**DISCUSIÓN:** Mediante las gráficas del polar plot de monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados se puede evidenciar que se dispersan y distribuyen de una manera ineficaz a bajas velocidades del viento, de esta manera determinado que el desarrollo de este tipo de

gráficos permite diferenciar que parámetro en estudio tiene un mayor nivel de concentración, siendo así que los HC se aglomeran drásticamente a comparación del CO. Por ende, se dice que el CO y HC se concentran a distintas velocidades de viento y en puntos geográficos diferentes.

**Figura 14:** Distribución geográfica del contaminante en base a la Temperatura y dirección del viento.

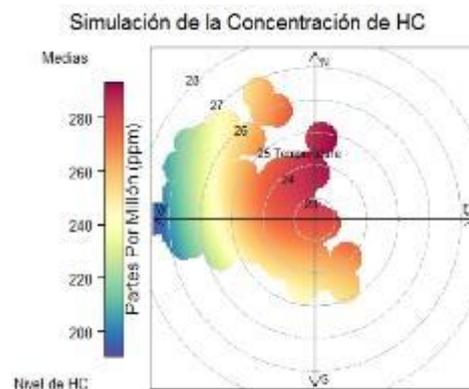


**Elaborado por:** Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** La distribución geográfica del contaminante monóxido de carbono en relación de la temperatura con la dirección del viento tiene una concentración máxima de 0,9% hasta los 0,95% en los puntos geográficos Sur Oeste (SW) y Nor-Oeste (NO) aglomerándose a temperaturas de 26 grados centígrados (°C), hasta los 28 grados centígrados (°C) generando un foco de calor color rojo.

**DISCUSIÓN:** En la gráfica 14 se puede apreciar las concentraciones de monóxido de carbono incrementándose mientras sube la temperatura, determinado que a mayores temperaturas el CO desciende impidiendo su dispersión y disipación, por ende, cabe recalcar que el contaminante tiene dificultad de esparcirse a temperaturas altas afectando al medio ambiente, razón por la cual se estima que a mayores temperaturas menor facilidad de dispersarse y disiparse.

**Figura 15:** Distribución geográfica del contaminante HC en base a la Temperatura y dirección del viento.

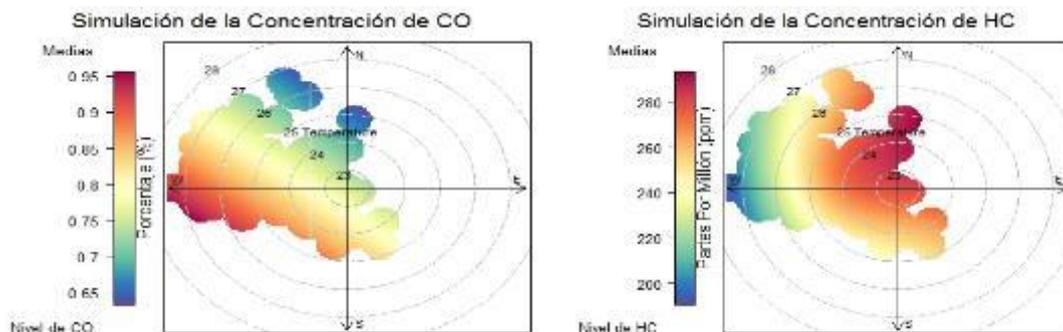


Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** El contaminante hidrocarburos no quemados tiene una concentración predominante a temperaturas que van desde los 23°C hasta los 26°C distribuyéndose en los puntos cardinales Sur-Este (S-E) y Nor-Este (NE) de igual manera se puede apreciar en los puntos cardinales Sur-Oeste (SO) y Nor-Oeste (NO). Por lo tanto, se observa que los HC generados por las emisiones vehiculares por el tubo de escape a gasolina son dominados por los valores máximos de concentración iniciando de los 260 ppm hasta los 280 ppm.

**DISCUSIÓN:** Mediante la gráfica 15 del polar plot se determina que las concentraciones de hidrocarburos no quemados se generan a bajas temperaturas, ocasionando un problema agravante al momento de dispersarse y de esta manera produciendo un foco de inmisión, razón por la cual se estima que a menor temperatura mayor concentración. Por ende, cabe recalcar que el contaminante tiene facilidad de esparcirse a temperaturas altas siendo esto un factor beneficioso para la dispersión del HC.

**Figura 16:** Análisis de los contaminantes con mayor concentración: Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) en base a la temperatura y dirección del viento.



Elaborado por: Jhony, Román. (2018).

**ANÁLISIS:** De la muestra total de 196 vehículos a los cuales se realizó la medición de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) relacionados con el uso de gasolina como combustible en vehículos se determina los niveles máximos de concentraciones y el parámetro que está asociado a una alta concentración; se comprueba que el CO tiene un grado de concentración ínfimo ya que su punto de mayor concentración es a una temperatura de 26°C y 27°C exponiendo un foco de aglomeración de porcentajes del 0.85% a 0,95% , mientras que el parámetro HC tiene una concentración inmensa a temperaturas bajas de los 23°C hasta los 25 °C ocasionado una aglomeración difusa en los puntos cardinales S-W, N-W,N-E y S-E.

**DISCUSIÓN:** Las concentraciones de los gases contaminantes de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC) son generadas por la combustión incompleta de los vehículos a gasolina del Cantón La Maná, los dos parámetros tienden a concentrarse al contacto con la temperatura, destacándose el HC por sus elevadas aglomeraciones a temperaturas bajas a comparación del CO que tiende a concentrarse a temperaturas altas. Por ende, se dice que cada contaminante se concentra a distintas temperaturas y en puntos cardinales diferentes.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.2. Conclusiones

- En la presente investigación se realizó la medición de gases a una muestra de 196 vehículos mediante el método de prueba estática INEN 2203 y el protocolo del equipo AVL DiTest 1000, adecuado para este tipo de pruebas, posteriormente se determinó el cumplimiento e incumplimiento de la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2 204 especificados en la Tabla N°1.
- Del total de la muestra de 196 vehículos, se identificó que 142 vehículos cumplen con los parámetros sujetos en la normativa para hidrocarburos no quemados, valor que representa el 72,44, los 54 vehículos restantes representan el 27,56% incumplieron con los valores establecidos en la normativa vigente. Mientras que para el parámetro monóxido de carbono se identificó que 162 vehículos equivalen al 82,65% cumpliendo con la normativa al no superar los límites de emisiones y 34 vehículos equivalentes al 17,35% incumplieron con los valores establecidos en la normativa vigente INEN 2 204.
- En la simulación realizada en software R con la consola Rstudio mediante el uso del paquete Openair se generó graficas polares en base a la velocidad del viento y dirección del viento proporcionó valores máximos de concentración en partes por millón (ppm) para hidrocarburos no quemados dando a conocer que el contaminante se concentra a velocidades del viento de 2m/s hasta los 6m/s; en la simulación realizada con la temperatura se determina que el contaminante tiene dificultades de disiparse a temperaturas de 23°C hasta los 26°C. Mientras que la dispersión del monóxido de carbono en base a la velocidad del viento y dirección del viento proporciona valores máximos de concentraciones en porcentajes del 1%; por otra parte la gráfica Polar Plot generada con la temperatura refleja la dificultad de dispersarse en el aire a temperaturas de 23°C hasta los 25 °C.

### 10.3. Recomendaciones

- Es indispensable emprender charlas a los dueños de los vehículos sobre los procesos y metodologías empleadas durante las mediciones de gases, la finalidad de la ejecución de estas mediciones tanto para ellos como para nuestra investigación con el afán de garantizar la favorable respuesta de la población.
- Implementar el Software R con la consola Rstudio mediante el uso del paquete openair para la obtención de datos y gráficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento e incumplimiento de la normativa INEN 2204, la concentración y trayectoria de los contaminantes en estudio.
- Es necesario que la Empresa Pública de Movilidad de la Mancomunidad de Cotopaxi, implemente un sistema de medición de gases en su Dirección de Movilidad y sus sedes, como un requerimiento previo a la renovación de la matricula como ya se hace en algunas ciudades del país; esto ayudará a promover el mantenimiento de los vehículos por parte de los propietarios conllevando a una mejorará de la calidad del aire al disminuir el volumen de gases contaminantes en beneficio a la salud de la población del Cantón La Maná.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Blancarte, J. (2011). Autocosmos.com. Obtenido de: <http://noticias.ve.autocosmos.com/2011/01/03/cuales-son-los-gases-contaminantes-mas-comunes-que-emiten-los-autos>
- ✓ Cantos, J., & Toledo, J. (2015). Análisis del impacto económico generado por los niveles de servicio de las vialidades en el centro histórico de la ciudad de Cuenca. Cuenca.
- ✓ Castro, P. & Escobar, I. (2006). Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión. (Trabajo de grado), Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá.
- ✓ Carlaw, D., (2015), The openair manual-open-source tools for analysing air pollution data. Manual for versión 1.1-4. King's Collage London.
- ✓ Cepep. (1996). Análisis social de alternativas para reducir la emisión de contaminantes al aire en el área metropolitana de Monterrey. Obtenido de <http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/52961/Doc-7.pdf>
- ✓ Contreras, M., García, G., Icaza, B., & Montiel, G. (2013). Calidad del Aire: Una práctica de vida. México: Semarnat.
- ✓ Crouse, William. (2013). Mecánica del automóvil. 3ª. Edición, Editorial: España. 162 p.
- ✓ GEOECUADOR. (2008). Estado del aire. Obtenido de <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Ecuador%20pdf/04.%20Capitulo%202.%20Estado%20del%20aire.pdf>
- ✓ Gómez, M., Tinoco, O., & Vásquez, J. (2004). Determinación de los factores de los vehículos a gasolina del parque automotor a gasolina en la Ciudad de Cuenca. [En

- línea]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2004 Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6044/1/t-espe-034548.pdf>
- ✓ González, D. (2007). Ergonomía y Psicología. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=oDBwCTg13HIC&pg=PA454&lpg=PA454&dq=el+aire+puede+definirse+como+una+mezcla+de+gases+constitutivas+de+las+capas+bajas+de+la+atmosfera+terrestre&source=bl&ots=CERtkHTDrh&sig=Tq9fQrBxU8988wm0DBKLMmlLVc4&hl=es&sa=X&ved=0ah>
  - ✓ Herrera, J; Rodríguez, S; Rojas, J. (2006). Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol. 25, N° 1. Enero-Marzo 2012 Pág 54-63
  - ✓ Herrera, J. (2012). Análisis de la reducción en la emisión de contaminantes del aire como resultado del plan de chatarrización "renova" en el distrito metropolitano de Quito. (Tesis de maestría) Escuela Politécnica Del Ejército. Sangolquí.
  - ✓ Inche, J. (2001). Estimación de emisiones en vehículos en circulación. Obtenido de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v04\\_n1/estimacion.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v04_n1/estimacion.htm)
  - ✓ INEC. (2010). Ecuadir en cifras. Obtenido de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda>.
  - ✓ Ihaka, R., & Gentleman, R. (2018). R: a language for data analysis and graphics. Journal of Computation and Graphical Statistics (5), 299-314.
  - ✓ Jiménez, B. (2001). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Limusa.
  - ✓ Martínez, E., Quiroz, C., Daniels, F., & Montoya, A. (2007). Contaminación atmosférica y efectos en la salud de la población de Medellín y su área metropolitana efectos en la salud documento 3. Obtenido de [http://www.sabaneta.gov.co/institucional/DocumentosMunicipio/Contaminacion%20Atmosferica%20y%20efectos%20hacia%20la%20salud%20%20Efectos%20en%20la%20Salud%20\[3%20de%204\].pdf](http://www.sabaneta.gov.co/institucional/DocumentosMunicipio/Contaminacion%20Atmosferica%20y%20efectos%20hacia%20la%20salud%20%20Efectos%20en%20la%20Salud%20[3%20de%204].pdf)
  - ✓ Mendoza, C. & Carranza, R. (2004). Gestión de la calidad del aire causas, efectos y soluciones. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwivkeycwObYAhVFXqKHVomD3UQFggxMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cofemersimir.gob.mx%2Fexpediente%2F20845%2Fmir%2F43026%2Fanexo%2F3804315&usg=AOvVaw11-bbDOI8uRYj9jlsvn2OI>

- ✓ Muñoz, A., Quiroz, C., Abad, H., & Paz, J. (2006). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en adultos que laboran en diferentes niveles de exposición. (Tesis de Magíster) Universidad de Antioquia. Medellín.
- ✓ Muñoz, R. (2005). *Atmósfera, Tiempo, Clima*. Obtenido de [http://mct.dgf.uchile.cl/CURSOS/Clases\\_Atmosfera/claseX\\_contamaire.pdf](http://mct.dgf.uchile.cl/CURSOS/Clases_Atmosfera/claseX_contamaire.pdf)
- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204. (2017). Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).
- ✓ Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000. Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralentí”. Prueba estática.
- ✓ Ramos, H. & Bautista, R. (2007). Estudio estadístico de la correlación entre contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas en la zona norte de Chiapa.México. Obtenido de: <http://correlacion entre contaminantes atmosféricos y variables atmosféricos y variables meteorológicas>.
- ✓ Rivero, E. (2016). Unocero estos son los efectos de la contaminación del aire sobre la salud. Obtenido de <https://www.unocero.com/noticias/ciencia/estos-son-los-efectos-de-la-contaminacion-del-aire-sobre-la-salud/>
- ✓ RStudio. (2015). *RStudio: Integrated development environment for R*. Boston. Obtenido de <http://www.rstudio.com/>
- ✓ Sánchez, A. (2014). *Bioestadística Aplicada con R y RKTeaching*. CEU San Pablo.
- ✓ Schifter, I., & López, E. (2003). *Usos y abusos de las gasolinas*. 2ª edición, editorial: México. 31 p.





Anexo: 13.3 Ingreso de datos al equipo AVL



Anexo: 13.5 Comparación con la Normativa en R

N°	Placa	Año	Tipo de Vehículo	Mediciones CO	Mediciones HC	Fecha	Month	Day	Hour	Minute	Wheel speed
1	GU0259	1971	CAMIONETA	0.42	096	2012	2	1	0	0	0.0
2	RUW029	1974	CAMIONETA	2.01	220	2012	2	1	1	0	0.2
3	WU0462	1974	CAMIONETA	1.81	201	2012	2	1	2	0	0.2
4	RU0210	1977	CAMIONETA	2.01	203	2012	2	1	4	0	1.8
5	RU0210	1977	CAMIONETA	4.22	211	2012	2	1	4	0	1.8
6	GU0171	1978	CAMIONETA	4.48	399	2012	2	1	4	0	1.1
7	RU0320	1979	CAMIONETA	5.54	404	2012	2	1	6	0	2.9

Showing 1 to 7 of 76 entries

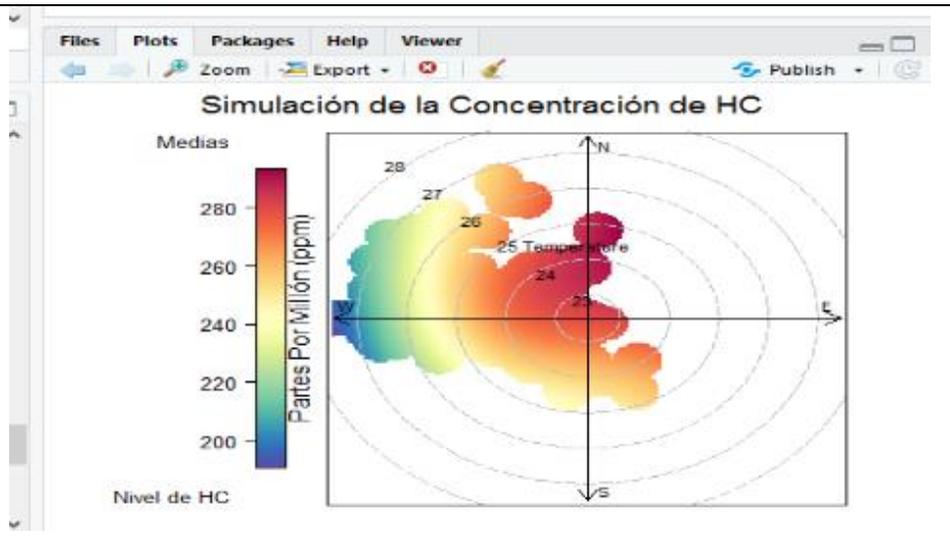
```

Console: C:\Users\JMA\Favorites\FENAI\COMPARACION
[92] "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple"
[99] "cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple"
[106] "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple"
[113] "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "no cumple"
[120] "no cumple" "cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple" "cumple"
[127] "cumple" "no cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple"
[134] "cumple" "cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple"
[141] "no cumple" "cumple" "no cumple" "cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple"
[148] "no cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple" "no cumple"
[155] "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "no cumple"
> if false ( "no cumple" ) "cumple" "no cumple"
[1] "cumple" "cumple" "no cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "no cumple"
[8] "cumple" "cumple" "cumple" "cumple" "no cumple" "cumple" "no cumple"
[15] "cumple" "no cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple" "cumple" "no cumple"
[22] "cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple" "cumple" "cumple"
> if false ( "no cumple" ) "cumple" "no cumple"
[1] "cumple" "cumple" "no cumple" "no cumple" "cumple" "no cumple" "cumple"
[8] "no cumple" "cumple" "no cumple" "cumple" "cumple" "no cumple" "cumple"
[15] "cumple"
    
```

Anexo: 13.4 Medición de revoluciones del motor



Anexo: 13.6 Simulación



Anexo: 13.7 Base de datos con tratamiento para correr en el Software R.

<b>N</b>	<b>Placa</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Mediciones CO</b>	<b>Mediciones HC</b>	<b>Wind Speed</b>	<b>Wind Direction</b>	<b>Temperature</b>
1	GEU0559	1971	CAMIONETA	6,42	896	0,00	180	23,91
2	PBW0289	1974	CAMIONETA	2,01	2263	0,36	270	23,89
3	ABL0662	1974	CAMIONETA	4,84	297	0,36	360	23,86
4	PGX0161	1977	CAMIONETA	2,04	761	1,84	281,31	23,88
5	PFE0452	1978	CAMIONETA	6,27	2131	2,9	299,74	24,01
6	ABH0121	1978	CABINA SIMPLE	4,46	899	3,1	305,54	24,12
7	BCE0040	1979	CAMIONETA	5,94	4434	2,81	320,19	24,13
8	PBR0782	1979	CABINA SIMPLE	1,68	822	3,26	6,34	24,81
9	PDF0182	1980	CABINA SIMPLE	4,28	2568	5,15	294,78	25,43
10	CBA0031	1982	CAMIONETA	0,74	83	7,7	280,78	26,36
11	HBE0222	1987	CAMIONETA	6,89	1226	9,72	270	27,14
12	GCC0104	1988	CUPE	7,53	1585	11,17	271,85	27,46
13	ACA0383	1989	CABINA SIMPLE	0,61	471	11,61	277,13	26,31
14	XBJ0532	1989	AUTOMOVIL	2,98	178	11,97	276,91	26,06
15	PJL0574	1989	CAMIONETA	1,62	311	11,21	275,53	25,61
16	PBM8122	1990	JEEP	3,58	460	8,71	277,13	25,42

17	XBA4675	1990	AUTOMOVIL	2,31	224	6,57	279,46	25,19
18	PYX0652	1991	CAMIONETA	2,01	362	5,4	270	24,93
19	PKY0568	1992	CAMIONETA	0,08	2091	4,69	274,4	24,94
20	PPB2892	1992	CAMIONETA	0,16	1022	4,38	260,54	24,7
21	RBS0847	1992	CUPE	0,95	166	4,68	247,38	24,55
22	GIV0108	1992	ECLIPSE T/A	0,52	194	4,02	243,43	24,44
23	IBL0696	1993	AUTOMOVIL	2,45	256	3,76	253,3	24,38
24	PLH0376	1993	CAMIONETA	6,7	2550	4,68	270	24,29
25	GPB2042	1994	CABINA SIMPLE	2,08	221	6,13	273,37	24,24
26	PPA0193	1994	JEEP	2,46	124	7,21	272,86	24,22
27	CPA1102	1994	CAMIONETA	1,11	1242	8,35	277,43	24,12
28	BAE0282	1994	CAMIONETA	6,18	274	9,11	279,09	23,98
29	RBV0341	1994	CABINA SIMPLE	0,61	1148	8,67	274,76	23,86
30	XBN0038	1995	CAMIONETA	0,07	134	7,21	267,14	23,77
31	PSY0852	1997	CAMIONETA	1,42	146	5,94	255,96	23,68
32	VAC0012	1997	CABINA SIMPLE	0,2	361	5,01	248,96	23,67
33	PSY0342	1997	CABINA SIMPLE	4,6	810	7,77	256,61	23,82
34	GPB2101	1998	JEEP	2,18	304	8,35	262,57	23,96

35	IBX0192	1998	CABINA SIMPLE	0,09	248	8,47	257,74	24,03
36	TCH0003	1998	CAMIONETA	5,82	5879	8,83	258,23	24,21
37	TCM0262	1999	AUTOMOVIL	4,7	431	8,83	258,23	24,49
38	ADG0582	1999	CABINA SIMPLE	1,95	396	10,59	260,22	24,57
39	ICB0073	2001	CAMIONETA	3,1	161	10,74	256,43	24,45
40	PQO0762	2001	JEEP	0,79	164	10,74	256,43	24,34
41	APA2052	2001	CABINA SIMPLE	0,31	156	10,48	254,05	24,24
42	PXA0959	2001	CAMIONETA	0	0	9,23	249,44	24,06
43	PBQ0352	2002	DOBLE CABINA	0,43	103	6,61	240,64	23,8
44	PXM0002	2002	AUTOMOVIL	3,28	202	4,58	225	23,55
45	RCA0252	2002	AUTOMOVIL	0,66	318	3,1	215,54	23,67
46	PPB3461	2002	CAMIONETA	8,28	1188	2,62	195,95	23,82
47	PYT0132	2002	DOBLE CABINA	0,4	171	2,81	140,19	23,98
48	RAF0222	2002	SEDAN	0,29	153	2,19	170,54	24,18
49	PZG0484	2002	CAMIONETA	4,19	296	2,88	180	23,65
50	PPA8940	2002	AUTOMOVIL	4,04	1691	3,6	180	22,83
51	PFQ0993	2003	CAMIONETA	0,42	270	2,74	156,8	22,53

52	PYT0362	2003	CAMIONETA	0,46	151	2,9	150,26	22,38
53	PYW0472	2003	DOBLE CABINA	0,16	84	2,1	149,04	22,35
54	PAI0211	2003	CABINA SIMPLE	1	3464	1,8	143,13	22,6
55	PIF0372	2004	CAMIONETA	0,3	216	0,8	116,57	22,86
56	TDA0125	2004	CAMIONETA	0,25	101	1,3	326,31	23,64
57	GMM0058	2004	CABINA SIMPLE	0,67	299	5,76	270	24,77
58	PIA0782	2004	DOBLE CABINA	1,91	175	8,05	259,7	25,11
59	RCA0822	2004	CABINA SIMPLE	0,15	490	8,83	258,23	25,37
60	GMZ0143	2004	AUTOMOVIL	0,9	1045	6,88	263,99	25,97
61	XBV0562	2005	AUTOMOVIL	0,06	32	7,59	264,56	26,61
62	XAG0168	2005	CAMIONETA	3,07	139	7,34	258,69	26,48
63	POA0222	2005	CAMIONETA	0,23	160	6,49	266,82	26,59
64	POZ0740	2006	AUTOMOVIL	7,03	341	6,84	270	26,43
65	XBZ0022	2006	AUTOMOVIL	0,32	91	5,8	277,13	26,09
66	POX0705	2006	CABINA SIMPLE	0,6	142	3,55	293,96	26,36
67	MAN0162	2006	AUTOMOVIL	5,7	390	4,2	300,96	26,18

68	POX0461	2006	AUTOMOVIL	0,4	117	3,83	311,19	25,8
69	LCD0118	2006	DOBLE CABINA	2,45	198	3,83	318,81	25,57
70	XAG0177	2006	AUTOMOVIL	6,98	495	3,42	288,43	25,44
71	RCB0641	2006	AUTOMOVIL	0,5	119	4,68	292,62	25,3
72	PXI0951	2007	AUTOMOVIL	0,59	82	5,86	280,62	25,11
73	RCE0232	2007	AUTOMOVIL	0,36	108	7,24	275,71	24,91
74	PQB0059	2007	CABINA SIMPLE	2,42	209	8,28	270	24,76
75	XAG0207	2007	AUTOMOVIL	0,1	129	8,67	265,24	24,64
76	XAG0199	2007	AUTOMOVIL	1,23	358	7,93	267,4	24,54
77	PVO0872	2007	AUTOMOVIL	0,47	210	6,84	270	24,4
78	GPI0484	2007	AUTOMOVIL	5,44	5718	4,38	279,46	24,27
79	RCF0462	2007	AUTOMOVIL	0,23	96	2,1	300,96	24,13
80	PPB2481	2007	DOBLE CABINA	0,47	68	2,97	345,96	23,64
81	TDM0314	2008	AUTOMOVIL	0,62	183	5,48	293,2	24,72
82	XBA9836	2008	JEEP	0	5	7,28	278,53	25,34
83	PBC8232	2008	CUPE	0,06	56	9,36	270	25,18
84	PVG0902	2008	CABINA SIMPLE	0,26	72	7,92	270	25,04
85	TDS0028	2008	AUTOMOVIL	0,25	98	5,86	280,62	25,37

86	TDM0904	2008	AUTOMOVIL	0,33	90	4,55	288,43	26,1
87	TDR0093	2008	JEEP	0,28	114	6,61	299,36	26,87
88	BBI0536	2008	DOBLE CABINA	0,37	104	7,29	302,91	26,19
89	PCC2252	2008	AUTOMOVIL	0,35	132	6,62	315	26,27
90	GRP0219	2009	AUTOMOVIL	0,31	29	8,16	311,42	26,14
91	PBJ2034	2009	JEEP	0,02	27	8,09	302,28	25,76
92	PBL2495	2009	JEEP	0,26	138	6,44	296,57	25,09
93	XBA1318	2009	SEDAN	0,01	59	6,12	298,07	25,05
94	XBA2073	2009	CAMIONETA	0,13	110	7,07	284,74	25,09
95	XAG0236	2009	CAMIONETA	0,78	66	10,24	280,12	25,12
96	XBA2236	2009	AUTOMOVIL	0,34	187	11,25	277,35	25
97	XAG0222	2009	AUTOMOVIL	0,39	225	11,16	270	24,51
98	PDA4515	2009	AUTOMOVIL	0,53	97	8,67	265,24	24
99	GRC0541	2009	AUTOMOVIL	0,47	99	6,62	247,62	23,64
100	XBZ0870	2009	AUTOMOVIL	0,04	88	5,15	245,22	23,38
101	XBZ0841	2009	DOBLE CABINA	0	17	3,32	220,6	23,26
102	XAG0229	2009	AUTOMOVIL	5,02	518	2,31	218,66	23,22
103	PBH4163	2009	AUTOMOVIL	0,47	90	2,04	225	23,16
104	XAG0233	2009	AUTOMOVIL	0,67	84	3,26	353,66	23,89
105	JBB0509	2009	JEEP	0,19	200	5,24	285,95	24,3

106	GRW4732	2010	AUTOMOVIL	0,43	388	6,88	263,99	24,56
107	PBO5712	2010	CAMIONETA	0,33	111	8,31	265,03	24,75
108	XBA1799	2010	CABINA DOBLE	0,55	175	5,8	277,13	25,29
109	XBA2835	2010	AUTOMOVIL	0,43	96	7,28	278,53	26,75
110	PBR3292	2010	AUTOMOVIL	2,37	292	8,4	279,87	26,76
111	XBA2639	2010	AUTOMOVIL	0,35	111	7,97	288,43	26,78
112	XAG0268	2010	AUTOMOVIL	0,09	116	3,55	293,96	26,35
113	GRS0132	2010	AUTOMOVIL	0,19	575	3,55	336,04	26,53
114	XBA2582	2010	AUTOMOVIL	0,07	92	4,9	306,03	26,5
115	PBM8684	2010	AUTOMOVIL	0	5	6,92	261,03	26,12
116	PBH8861	2010	AUTOMOVIL	0	12	2,74	336,8	25,95
117	GRY5128	2011	AUTOMOVIL	1,06	184	3,08	339,44	25,85
118	PBR2975	2011	JEEP	0,44	160	4,33	265,24	25,73
119	XBA5122	2011	JEEP	0,27	173	8,28	270	25,55
120	XBA2962	2011	AUTOMOVIL	0,36	189	11,16	270	25,34
121	HBA6458	2011	AUTOMOVIL	0,01	27	10,44	270	25,27
122	IBA6078	2011	AUTOMOVIL	0,04	9	10,11	265,91	25,01
123	GSA6729	2011	JEEP	0	9	8,91	255,96	24,25
124	XBA9931	2011	CABINA SIMPLE	0	6	7,63	250,71	23,59
125	XAG0258	2011	CAMIONETA	0,42	106	5,69	251,57	23,14

126	XBA5060	2011	AUTOMOVIL	0,39	94	3,08	249,44	23,01
127	XBA5130	2011	AUTOMOVIL	0,78	129	1,14	251,57	23,03
128	XAG0272	2011	AUTOMOVIL	0,37	114	2,74	336,8	23,79
129	RBA3149	2011	AUTOMOVIL	0,9	153	5,59	284,93	23,94
130	PBN6060	2011	SEDAN	1,29	1582	7,21	272,86	24,23
131	PBQ3970	2011	AUTOMOVIL	0,37	101	7,93	267,4	24,36
132	XBA5133	2011	AUTOMOVIL	0,45	149	6,52	263,66	24,83
133	TBB4312	2011	DOBLE CABINA	0	9	7,57	272,73	25,83
134	XAG0249	2011	CABINA SIMPLE	0,25	119	8,67	274,76	26,43
135	PBR4880	2011	AUTOMOVIL	0,52	110	7,59	275,44	26,38
136	PBI9433	2011	AUTOMOVIL	0,56	112	6,99	281,89	26,74
137	PBI9754	2011	AUTOMOVIL	0,31	181	6,99	281,89	26,3
138	GSA7901	2011	SEDAN	0,58	110	7,21	272,86	26,12
139	XAG0247	2011	CABINA SIMPLE	1,73	436	7,56	270	25,5
140	PBS5888	2011	AUTOMOVIL	1,87	206	7,95	275,19	25,25
141	PBN5471	2011	AUTOMOVIL	0,76	143	7,92	270	25,26
142	PBN9619	2011	AUTOMOVIL	0,93	177	9,06	276,84	25,25
143	XBA2924	2011	AUTOMOVIL	0,41	83	10,81	271,91	25,24
144	PBR5482	2011	AUTOMOVIL	0,38	106	12,61	271,64	25,19

145	HPB1262	2011	AUTOMOVIL	0,35	255	12,61	271,64	24,93
146	PBR4020	2011	JEEP	0,5	300	10,45	271,97	24,23
147	XBA9311	2012	AUTOMOVIL	0,16	73	6,57	260,54	23,64
148	GSF1881	2012	FURGONETA	0	13	4,1	254,74	23,36
149	HBB5490	2012	CABINA DOBLE	0	6	1,48	255,96	23,26
150	GSB8344	2012	CABINA DOBLE	0,31	93	1,08	270	23,25
151	TBC8770	2012	CAMIONETA	0	26	1,8	323,13	23,34
152	GSE5230	2012	CABINA SIMPLE	0	5	2,04	315	23,13
153	PCA7727	2012	AUTOMOVIL	0,33	368	5,76	270	23,38
154	XAG0276	2012	AUTOMOVIL	3,11	348	8,05	259,7	23,66
155	XBA9128	2012	AUTOMOVIL	0,05	49	9,35	254,36	23,98
156	HBA9579	2012	AUTOMOVIL	0,56	204	8,05	259,7	24,3
157	PCA9546	2012	AUTOMOVIL	0,77	342	7,42	255,96	24,87
158	XAG0273	2012	AUTOMOVIL	1,27	440	9,11	251,57	25,56
159	XBA9263	2012	AUTOMOVIL	0,22	225	10,48	254,05	25,35
160	XAG0182	2013	AUTOMOVIL	0,1	193	10,66	258,31	25,12
161	PCF7555	2013	JEEP	0,02	29	11,25	262,65	24,99
162	TBD3124	2013	DOBLE CABINA	0	16	11,54	266,42	24,85

163	PBA4358	2013	AUTOMOVIL	0	0	10,9	262,41	24,61
164	XBB1793	2013	JEEP	0	7	9,61	257,01	24,48
165	TBC9954	2013	AUTOMOVIL	0,78	1461	3,6	233,13	24,2
166	XBA7113	2013	AUTOMOVIL	0,15	85	2,19	189,46	24,49
167	XBA9659	2013	AUTOMOVIL	0,44	167	0,8	153,43	24,61
168	GSH1897	2013	AUTOMOVIL	0	11	0,8	333,43	24,01
169	XBA9644	2013	CABINA SIMPLE	0,09	61	0	180	23,67
170	GSE8418	2013	AUTOMOVIL	0,05	195	0,36	360	23,84
171	PBZ6044	2013	AUTOMOVIL	0,44	100	0,8	243,43	23,92
172	PBV8416	2013	AUTOMOVIL	0,97	357	1,53	225	23,93
173	TBD2378	2013	AUTOMOVIL	0,46	208	1,61	206,57	23,89
174	GSF7881	2013	AUTOMOVIL	0,44	96	0,8	206,57	23,83
175	RBA3396	2013	AUTOMOVIL	0,94	308	0	180	23,59
176	TBE4667	2014	DOBLE CABINA	0	10	1,61	296,57	23,61
177	RBA3819	2014	AUTOMOVIL	0	5	6,48	270	24
178	XBB2179	2014	AUTOMOVIL	0,32	100	9,11	260,91	24,31
179	XBA9792	2014	DOBLE CABINA	0	4	10,31	257,91	24,44
180	RBA3919	2014	AUTOMOVIL	0,07	16	10,18	261,87	24,67
181	RBA3907	2014	AUTOMOVIL	0,31	111	9,47	261,25	24,98

182	RBA3797	2014	AUTOMOVIL	0,3	96	9,39	265,6	25,23
183	RBA3870	2014	AUTOMOVIL	0,03	50	10,11	265,91	25,05
184	XBB2813	2014	AUTOMOVIL	0,55	122	9,42	263,42	24,99
185	XAA1438	2014	AUTOMOVIL	0,02	26	7,59	264,56	24,73
186	TBC2975	2015	AUTOMOVIL	0,44	272	5,86	259,38	24,49
187	PCL8998	2015	AUTOMOVIL	0,49	616	4,35	245,56	24,31
188	XAA2114	2015	AUTOMOVIL	0,02	15	4,07	225	24,21
189	PBI3128	2016	AUTOMOVIL	0,04	7	4,84	221,99	24,13
190	PBX9162	2016	JEEP	0	33	4,33	228,37	23,98
191	PBI1912	2016	CAMIONETA	0,4	128	3,4	237,99	23,78
192	GSR3677	2016	AUTOMOVIL	0	20	2,81	219,81	23,58
193	PCQ1397	2016	AUTOMOVIL	0,03	26	0	180	23,67
194	RAB6862	2017	CAMIONETA	0	7	0,36	360	23,84
195	RPB1180	2017	AUTOMOVIL	6,34	515	0,8	243,43	23,92
196	XAA2559	2017	AUTOMOVIL	0,15	26	1,53	225	23,93

## Anexo 15.8. Hoja de vida del Tutor

Hoja de vida del tutor del proyecto de investigación

### CURRICULUM VITAE

#### 1.- DATOS PERSONALES

**NOMBRES:** Daza Guerra Oscar Rene

**CEDULA DE IDENTIDAD:** 040068979-0

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Calle Alejandro Villamar

2- 17 y Maldonado (Ibarra)

**NÚMEROS TELEFÓNICOS:** (06) 2 644 – 247 - 095058997

**E-MAIL:** oscar.daza@utc.ec.



#### 2.- EDUCACIÓN FORMAL

Universidad Técnica de Cotopaxi	Diplomado en DIDACTICA DE LA EDUCACION SUPERIOR	2009-2010
Universidad Técnica de Cotopaxi	MASTER “EN GESTION DE LA PRODUCCION”	31 DE ENERO 2007
CONESUP	Certificado de registro de cuarto nivel	Noviembre 2007
U. Técnica del Norte	Ingeniero Forestal	03-05-98

**3.-  
EX  
PE  
RI  
EN  
CI  
A  
DE  
TR  
AB**

#### AJO

CARGO	INSTITUCION	FECHA
Catedrático	Universidad Técnica de Cotopaxi	1999 hasta la fecha
Catedrático	Universidad Tecnológica Equinoccial	04 al 09 - 2.001
Consultor Ambiental	Fundación “ DEINCO”	1.998 – 2002

.....

Daza Guerra Oscar Rene  
C.I.: 040068979-0

## Anexo 15.9. Hoja de vida del Autor

ROMÁN CAISA JHONY JAVIER



### DATOS PERSONALES:

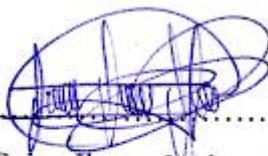
<b>NOMBRE</b>	Román Caisa Jhony Javier
<b>DOCUMENTO DE IDENTIDAD</b>	050397877-7
<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>	06 de enero de 1995
<b>LUGAR DE NACIMIENTO</b>	Pujilí, Cotopaxi, Ecuador
<b>ESTADO CIVIL</b>	Soltero
<b>DIRECCIÓN</b>	AV. San Buena Ventura
<b>TELÉFONO</b>	N/A
<b>MÓVIL</b>	0984044893
<b>E-MAIL</b>	jhony.roman7@utc.edu.ec

### FORMACIÓN ACADÉMICA:

<b>Universitarios:</b>	Estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi Ingeniería en Medio Ambiente
<b>Estudios Secundarios:</b>	Unidad Educativa Provincia de Cotopaxi
<b>Estudios Primarios:</b>	Unidad Educativa Dr. Pablo Herrera Unidad Educativa Dario Guebara
<b>Idioma Extranjero:</b>	Inglés

### TALLERES Y CURSOS DE CAPACITACIÓN:

III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo, 2017 (ISBN: 987-9942-759-02-3).



Román Caisa Jhony Javier

Número de C.I.: 0503978577-7

## Anexo 14.1. Aval de traducción al idioma ingles



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma de Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el joven Egresado **Román Caisa Jhony Javier** de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, cuyo título versa "**DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN POR FUENTES MÓVILES A GASOLINA EN EL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2017-2018.**", lo realizó bajo mi supervisión y cumple como una correcta estructura gramatical del idioma

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estima conveniente.

Latacunga, 08 de agosto del 2018

Atentamente,

Msc. Alison Mena Barthelotty  
C.I. 050180125-2  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS



CENTRO  
DE IDIOMAS