



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico

Título de Proyecto de Investigación:

**“ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES PROVOCADAS
POR VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA EN EL CANTÓN QUEVEDO”**

Autor:

Chavez Quimiz Luis Alfredo

Director del proyecto de investigación:

Ing. Omar Cevallos Muñoz, MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

YO, **Luis Alfredo Chavez Quimiz**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o clasificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f. _____

Luis Alfredo Chavez Quimiz

C.C.# 1718565409



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Omar Cevallos Muñoz, MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Luis Alfredo Chavez Quimiz**, realizo el Proyecto de Investigación de grado titulado “**ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES PROVOCADAS POR VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA EN EL CANTÓN QUEVEDO**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Mecánico**, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Omar Cevallos Muñoz, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Por medio del presente me permito certificar, que el Sr. **LUIS ALFREDO CHAVEZ QUIMIZ**, con cédula N°.- **1718565409**, estudiante egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica presencial del paralelo “A”, una vez que se revisó el proyecto de investigación titulado **“ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES PROVOCADAS POR VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA EN EL CANTÓN QUEVEDO”**, tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 7 %.

Se adjunta imagen del sistema **Urkund**

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	LUIS CHAVEZ 11_06_19.pdf (D53739914)
Submitted:	6/11/2019 11:22:00 PM
Submitted By:	aeperetz@uteq.edu.ec
Significance:	7 %

Ing. Omar Cevallos Muñoz MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“ANÁLISIS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES PROVOCADAS POR
VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA EN EL CANTÓN QUEVEDO”

Presentado al Consejo Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico.

Aprobado por:

Ing. Gabriel Arellano Ortiz, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Espinosa Delgado, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Mayorga Goyes, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR
2019

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las bendiciones derramadas hacia mí. A mis padres Luis Chávez, Janet Quimiz y a mi hermana Mayra por el cariño, comprensión, esfuerzo y el apoyo que me han brindado en mis estudios el cual ha sido de fortaleza para seguir adelante. A todos los profesores que forman parte de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo porque gracias a su enseñanza me han proporcionado nuevos conocimientos. A mi tutor el Ing. Omar Cevallos Muñoz, MSc. por su paciencia, quién ha sabido guiarme en el desarrollo de esta investigación y al Ing. Jorge Guadalupe Almeida, MSc. por su excelente desempeño como Coordinador de Carrera.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación principalmente a mis padres por estar siempre a mi lado en todo instante, así como el brindarme consejos y palabras de aliento que han hecho de mí una mejor persona y de una u otra forma me han acompañado en todos mis sueños y metas, a mis queridos hermanos por brindarme su apoyo en el transcurso de mi carrera.

RESUMEN

A nivel mundial los mayores contaminantes del aire en los diferentes lugares corresponden a las emisiones de gases generados por vehículos que usan motores de combustión interna, siendo los vehículos antiguos los que generan mayor contaminación del aire hacia el entorno. La presente investigación se efectuó en el cantón Quevedo, ciudad que no dispone en la actualidad de un sistema de control que restrinja el uso de vehículos que cumplan con las respectivas normas INEN sobre valores permisibles de gases contaminantes.

Se planteó como objetivo general de la investigación “Analizar las emisiones de gases contaminantes provocadas por vehículos de combustión interna en el cantón Quevedo”, la cual se desarrolla mediante una investigación de campo a través de lecturas en puntos críticos (alta circulación vehicular y horas de mayor incidencia) empleando equipos de medición de partículas BTMETER BT-5800D, analizador de gases QROTECH y el opacímetro CAPELEC.

Se identificó que el punto de monitoreo el Guayacán muestra altos niveles de contaminación en comparación con otros puntos de análisis, presentando valores de material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ de 27,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 32,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. No obstante a pesar de intervalos aceptables, no dejan de ser perjudiciales a la salud de individuos más vulnerables. Se evidenció que los vehículos pesados de 1,5 a 14,9 TON y doble ejes 1,5 a 20 TON a diésel, todos ellos de fabricación menor al año 2000, no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002, mientras que los vehículos modernos que poseen un sistema de inyección electrónica presentan menos afectación al aire, cabe mencionar que del rubro de motocicletas analizadas el 79% no cumple con la norma NTE INEN 136 debido a que estas presentan fabricación inferior al año 2015.

Palabras claves: Emisiones de gases contaminantes, vehículos de combustión interna, Normas NTE INEN, parque automotor.

ABSTRACT

Globally, the greatest air pollutants in different places correspond to the emissions of gases generated by vehicles that use internal combustion engines, with old vehicles generating the greatest air pollution to the environment.

The present research was carried out in the Quevedo city, Currently Quevedo does not have a control system that restricts the use of vehicles that comply with the respective INEN standards on permissible values of polluting gases.

The general objective of the research was to "Analyze the emissions of polluting gases caused by internal combustion vehicles in the Quevedo canton", which is developed through a field investigation using readings at critical points (high vehicular circulation and hours of higher incidence) using BTMETER BT-5800D particle measuring equipment, emissions analyzer QROTECH and an Opacimeter CAPELEC.

It was identified that the Guayacán monitoring point shows highest levels of contamination compared to other analysis points, presenting values of particulate material PM 2.5 and PM10 of $27.49 \mu\text{g} / \text{m}^3$ and $32.10 \mu\text{g} / \text{m}^3$ respectively. However despite acceptable ranges and they no longer harmful to the health of the more vulnerable individuals. It was evidenced that the diesel heavy vehicles between 1.5 and 14.9 TON and double axes 1,5 and 20 TON to diesel, all of them of minor manufacture to the year 2000, do not fulfill the standards NTE INEN 2 207: 2002, While modern vehicles that have an electronic injection system have less impact on the air. It is worth mentioning that 79% of motorcycles analyzed do not comply with the NTE INEN 136 standards because they were manufactured before 2014 present less than the year 2015 manufacture.

Keywords: Emissions of polluting gases, internal combustion vehicles, NTE INEN Standards, automotive fleet

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de la Investigación.	3
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivos.	4
1.2.1. Objetivo General.	4
1.2.2. Objetivo Específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1. Marco conceptual.	7
2.1.1. Contaminación ambiental.	7
2.1.2. Combustible.....	7
2.1.3. Combustión.....	7
2.1.4. Clasificación de los vehículos.	7
2.1.5. Fuentes de contaminantes.....	8
2.1.6. Emisiones vehiculares.	8
2.1.7. Motor a Gasolina.	10

2.1.8.	Motor a Diésel.	10
2.1.9.	Analizador de gases QROTECH.	10
2.1.10.	Opacímetro CAPELEC.	10
2.1.12.	Material Particulado.	11
2.1.13.	Índice de la calidad del aire.	11
2.1.14.	Medidor de partículas (BTMETER BT-5800D).	13
2.2.	Marco Referencial.	14
2.2.1.	Emisiones contaminantes a gasolina.	14
2.2.2.	Emisiones contaminantes a diésel.	15
2.2.3.	Niveles de Emisiones de gases contaminantes para motocicletas.	16
2.3.	Marco Legal.	16
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		19
3.1.	Localización.	20
3.2.	Planteamiento metodológico.	20
3.3.	Población y Muestra vehicular.	22
3.3.1.	Población vehicular.	22
3.3.2.	Tamaño de la Muestra vehicular.	22
3.4.	Recursos humanos y materiales.	23
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		24
4.1.	Resultados.	25
4.1.1.	Medir los niveles de contaminación de aire por medio del equipo de medición de partículas BTMETER BT – 5800D	25
4.1.2.	Establecer el número y tipos de vehículos (motocicletas, livianos y pesados) que circulan en la ciudad de Quevedo.	38
4.1.3.	Obtener datos estadísticos del parque automotor de las emisiones contaminantes de los gases de escape, por medio del analizador de gases QROTECH y opacímetro CAPELEC.	39

4.1.4. Comparar los límites de emisiones de contaminantes producidos por vehículos a gasolina y diésel según las normas NTE INEN 2 207: 2002, NTE INEN 2 204: 2002, NTE INEN 136.....	48
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones	52
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	53
CAPÍTULO VII ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Categoría del Índice de Calidad del Aire (ICA) y límites permisibles de contaminación del aire.....	12
Tabla 2. Categorías en relación a la salud de las personas	13
Tabla 3. Límites máximos de emisiones permitidos para vehículos con motor de gasolina	15
Tabla 4. Límites máximos de opacidad de emisiones para vehículos con motor a diésel..	16
Tabla 5. límites máximos de emisiones permitidas para motocicletas y triciclos	16
Tabla 6. Parque automotor en el 2018 en el cantón Quevedo	22
Tabla 7. Matriz de la concentración promedio en 24 horas y el índice de calidad del aire (ICA).....	37
Tabla 8. Vehículos matriculados desde el 2016 hasta el 2018 en el cantón Quevedo	38
Tabla 9. Distribución de vehículos que usan motor a gasolina	39
Tabla 10. Distribución de vehículos que usan motor a diésel	39
Tabla 11. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) motocicletas a gasolina.....	40
Tabla 12. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) vehículos livianos a gasolina a partir del año 2000 en adelante	41
Tabla 13. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1990 a 1999	42
Tabla 14. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1989 y anteriores	43
Tabla 15. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002.....	45
Tabla 16. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002	45
Tabla 17. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002.....	46
Tabla 18. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002.....	47
Tabla 19. Comparación de los límites de emisiones de contaminantes de vehículos a gasolina según la norma NTE INEN 2 204: 2002 y NTE INEN 136.....	48
Tabla 20. Comparación de los límites de emisiones de vehículos a diésel según la norma INEN 2 207: 2002	49

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Flujograma de la metodología.....	21
Figura 2. Mapa de la distribución de los puntos críticos para la medición de la contaminación del aire	25
Figura 3. Punto crítico, “Entrada a Cañalito”	26
Figura 4. Punto crítico, “Av. Quito”.....	26
Figura 5. Punto crítico, gasolinera “San Camilo”	26
Figura 6. Punto crítico, “Transversal central”	27
Figura 7. Punto crítico, “Av. Jaime Roldós”	27
Figura 8. Punto crítico, “Centro de la Ciudad”	27
Figura 9. Punto crítico, “Puente Nuevo”	28
Figura 10. Punto crítico, “El Guayacán”	28
Figura 11. Punto crítico, “Mini Terminal”	28
Figura 12. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en la Entrada de Cañalito.....	29
Figura 13. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en la Av. Quito	29
Figura 14. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en la Gasolinera San Camilo	30
Figura 15. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en la Transversal central.....	30
Figura 16. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en la Av. Jaime Roldos.....	31
Figura 17. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en el Centro de la ciudad.....	31
Figura 18. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en el Puente Nuevo	32
Figura 19. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en el Guayacán	32
Figura 20. Niveles de contaminación de material particulado PM _{2,5} y PM ₁₀ en el Mini Terminal	33

Figura 21. Índice de la Calidad del Aire (ICA) del material particulado PM2,5 y PM10 de todos los punto críticos	37
Figura 22. Niveles promedio de CO (% V) motocicletas a gasolina.....	40
Figura 23. Niveles promedio de HC (ppm) motocicletas a gasolina.....	40
Figura 24. Niveles promedio de CO (% V) vehículos livianos a gasolina del año 2000 en adelante.....	41
Figura 25. Niveles promedio de HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 2000 en adelante.....	42
Figura 26. Niveles promedio de CO (% V) vehículos livianos a gasolina del año 1990 a 1999	42
Figura 27. Niveles promedio de HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1990 a 1999	43
Figura 28. Niveles promedio de CO (% V) vehículos livianos a gasolina del año 1989 y anteriores	43
Figura 29. Niveles promedio de HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1989 y anteriores	44
Figura 30. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002	45
Figura 31. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002	46
Figura 32. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002.....	46
Figura 33. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002	47
Figura 34. Comparación de los límites de emisiones de contaminantes de vehículos a gasolina según la norma NTE INEN 2 204: 2002 y NTE INEN 136.....	48
Figura 35. Comparación de los límites de emisiones de vehículos a diésel según la norma INEN 2 207: 2002	49

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Proforma para medir la Calidad del Aire (Material Particulado)	58
Anexo 2. Solicitud sobre el inventario de los niveles de contaminación al aire	59
Anexo 3. Solicitud sobre los vehículos automotores matriculados por categorías desde año 2014 hasta el año 2018	60
Anexo 4. Reporte de Vehículos Matriculados del año 2016 – 2017 - 2018	61
Anexo 5. Tomas de las muestras del material particulado PM2,5 y PM10	65
Anexo 6. Medición de los gases contaminantes de los vehículos a gasolina y diésel.....	66

CÓDIGO DUBLÍN

Título	Análisis de emisiones de gases contaminantes provocadas por vehículos de combustión interna, en el cantón Quevedo.			
Autor	<u>Chavez Quimiz, Luis Alfredo</u>			
Palabra clave	Emisiones de gases contaminantes	Vehículos de combustión interna	Normas NTE INEN	Parque automotor
Fecha de publicación				
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2019			
Resumen	<p>Resumen. - A nivel mundial los mayores contaminantes del aire en los diferentes lugares corresponden a las emisiones de gases generados por vehículos que usan motores de combustión interna, siendo los vehículos antiguos los que generan mayor contaminación del aire hacia el entorno.</p> <p>La presente investigación se efectuó en el cantón Quevedo, ciudad que al no disponer en la actualidad de un sistema de control que restrinja el uso de vehículos que cumplan con las respectivas normas INEN sobre valores permisibles de gases contaminantes.</p> <p>Se planteó como objetivo general de la investigación “Analizar las emisiones de gases contaminantes provocadas por vehículos de combustión interna en el cantón Quevedo”, la cual se desarrolla mediante una investigación de campo a través de lecturas en puntos críticos (alta circulación vehicular y horas de mayor incidencia) empleando equipo de medición BTMETER BT-5800D, analizador de gases QROTECH y el opacímetro CAPELEC. (...)</p> <p>Abstract. - Globally, the greatest air pollutants in different places correspond to the emissions of gases generated by vehicles that use internal combustion engines, with old vehicles generating the greatest air pollution to the environment.</p> <p>The present research was carried out in the Quevedo city, Currently Quevedo does not have a control system that restricts the use of vehicles that comply with the respective INEN standards on permissible values of polluting gases.</p> <p>The general objective of the research was to "Analyze the emissions of polluting gases caused by internal combustion vehicles in the Quevedo canton", which is developed through a field investigation using readings at critical points (high vehicular circulation and hours of higher incidence) using BTMETER BT-5800D measuring equipment, emissions analyzer QROTECH and an Opacimeter (...).</p>			
Descripción	84 hojas: Dimensiones 290 x 210 mm: CD-ROM			
URL:				

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Panamericana de Salud los responsables de la mayor parte de la contaminación del aire tanto en las zonas urbanas como rurales de las regiones del país corresponde al empleo de un número significativo de vehículos que usan motores de combustión interna en fin de uso a nivel local y nacional, ya que poseen tecnología en desuso, por lo que requiere un mayor consumo de combustibles fósiles y por ende generan gases contaminantes. [1]

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad analizar los niveles de emisiones de gases contaminantes provocadas por vehículos de combustión interna en el cantón Quevedo, provocando daños irreversibles al medio ambiente como el efecto invernadero y, daños colaterales a la salud de las personas afectando su calidad de vida.

El Capítulo I presenta la contextualización de la investigación donde se abarca los siguientes puntos: planteamiento del problema, diagnóstico, pronóstico, formulación del problema, sistematización del problema, objetivos de la investigación y la justificación.

El Capítulo II aborda la fundamentación teórica de la investigación, compuesto por el marco conceptual (se mencionan las diferentes variables sobre las emisiones de gases contaminantes provocados por los vehículos de combustión interna, las normas INEN, los tipos de emisiones de contaminantes, entre otras) y el marco referencial.

El Capítulo III presenta la metodología de la investigación, mediante fuentes documentales tales como: libros, revistas, tesis, y datos secundarios externos como lo son las normas NTE INEN 2 207: 2002, NTE INEN 2 207:2002 y NTE INEN 136, logrando recolectar la información inherente al tema de investigación. Para obtener los niveles de contaminación del aire se utilizará un equipo de medición de partículas (BTMETER BT-5800D, analizador de gases QROTECH y el opacímetro CAPELEC.

El capítulo IV presenta los resultados y discusión previamente obtenidos al medir el nivel de contaminación del aire y cuáles son los vehículos que contaminan más.

El capítulo V muestra las respectivas conclusiones y recomendaciones del presente trabajo investigativo.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la Investigación.

1.1.1. Planteamiento del Problema.

Actualmente en la ciudad de Quevedo no se emplea un sistema de control ni normas referentes que restrinjan el empleo de vehículos que cumplieron con su vida útil, y que no cumplen las especificaciones como la que se aplica en la unión europea es decir la norma euro 5 para vehículos de turismo y euro 6 para vehículos pesados, mientras que en el Ecuador se rigen por las normas NTE INEN 2 207: 2002, NTE INEN 2 204: 2002, NTE INEN 136. Cabe mencionar que existe un número significativo de vehículos que no disponen de catalizadores, filtro de partículas y sistemas de recirculaciones de gases, provocando daños a la salud humana y al ambiente.

Diagnóstico

Mediante información proporcionada por los organismos de control (Ministerio del Ambiente y Agencia Municipal de Tránsito de Quevedo) se hará un análisis de la situación actual de la cantidad de gases contaminantes del aire de la ciudad de Quevedo con el fin de detectar las posibles causas que influyen en la situación problemática de la investigación y planteamiento de la propuesta correctiva respectiva.

Pronóstico

Es fundamental identificar no sólo el grado de contaminación del aire por medio de un equipo de medición de partículas (BTMETER BT-5800D) sino también identificar cual es el tipo de vehículo que contamina más el aire a través de un analizador de gases QROTECH y un opacímetro CAPELEC, cabe mencionar que al no existir una previa investigación acerca de las emisiones de contaminantes del aire no se podrá implementar estrategias o recomendaciones para mitigar la contaminación del aire.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cómo analizar las emisiones de gases contaminantes provocadas por vehículos de combustión interna en el cantón Quevedo?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ✓ ¿Cuáles son los niveles de contaminación del aire medido por el equipo de monitoreo de partículas (BTMETER BT-5800D)?
- ✓ ¿Cuál es el número y tipos de vehículos que circulan en el cantón?
- ✓ ¿Cómo verificar los límites de emisiones de contaminantes producidos por vehículos a gasolina y diésel?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Analizar las emisiones de gases contaminantes provocadas por vehículos de combustión interna en el cantón Quevedo.

1.2.2. Objetivo Específicos.

- ✓ Medir los niveles de contaminación de aire por medio del equipo (BTMETER BT-5800D).
- ✓ Establecer el número y tipos de vehículos (motocicletas, livianos y pesados) que circulan en la ciudad de Quevedo.
- ✓ Obtener datos estadísticos del parque automotor de las emisiones contaminantes de los gases de escape, por medio del analizador de gases QROTECH y opacímetro CAPELEC.
- ✓ Comparar los límites de emisiones de contaminantes producidos por vehículos a gasolina y diésel según las normas NTE INEN 2 207: 2002, NTE INEN 2 204: 2002, NTE INEN 136.

1.3. Justificación.

En los últimos años el Ecuador presenta un crecimiento económico que le ha permitido la adquisición de bienes muebles, siendo el parque automotor uno de los favorecidos, no obstante ello ha provocado una creciente congestión vehicular, creando así una de las principales causas de la contaminación ambiental del aire por los gases emitidos ante la falta de cumplimiento de normas, provocando de esta manera que los habitantes de las principales urbes presenten complicaciones en su salud.

El presente trabajo pretende ser una guía para el investigador que requiera conocer los niveles de contaminación del aire debido a la combustión generada por vehículos en la ciudad de Quevedo, contrastando los resultados de la investigación de campo obtenida mediante lectura de instrumentos de medición directa, con la de indicadores existentes en bases de datos nacionales y de otros países. Además, la investigación permite conocer la situación sobre la tipología vehicular, puntos críticos y cuáles son los tipos de vehículos que mayormente contaminan el medio ambiente.

En el Ecuador según la Constitución de la Republica se menciona en la segunda sección 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 kawasay*” es decir el Estado garantiza a las personas una vida armónica con la naturaleza, evitando problemas en la salud de las individuos y del ambiente”. [2]

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Contaminación ambiental.

El aire exterior suele por lo general estar contaminado con monóxido de carbono, plomo, ozono, material particulado, dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro, benceno, butadieno de nitrógeno y humo de motores diésel. Se trata de contaminación de distintas fuentes, como automóviles, la producción industrial, las centrales eléctricas a base de carbono, la quema de leña y las fuentes locales pequeñas [3].

2.1.2. Combustible.

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía en forma de calor, cuando reacciona con el oxígeno, habitualmente el contenido en el aire transformando de esta manera su estructura química. Se clasifican entre sólidos (madera, carbón), líquidos (derivados del petróleo), gaseosos (gas natural) [4].

2.1.3. Combustión.

La combustión es un conjunto de reacciones de oxidación con desprendimiento de calor, que se produce entre dos elementos: el combustible, el cual puede ser un sólido tales como (carbón, madera), líquido como (gasóleo) o también gas como (natural, propano) y por último el comburente, oxígeno [5].

2.1.4. Clasificación de los vehículos.

Los distintos tipos de vehículos según su peso y potencia se mueven de diferente forma en las vías, poseen diferentes configuraciones de motores y tecnologías, además aportan en distintas medidas al inventario de emisiones los contaminantes, para el análisis se consideró 7 tipos de vehículos agrupados en los grupos identificados como transporte público, de carga y privado [6].

A continuación, se muestra las diferentes categorías de los vehículos de motores de combustión interna [6]:

- ✓ Buses.
- ✓ Taxis colectivos.
- ✓ Camiones livianos, medianos y pesados.
- ✓ Vehículos particulares.
- ✓ Motocicletas.
- ✓ Otros.

2.1.5. Fuentes de contaminantes.

Las diferentes fuentes de contaminantes pueden ser los automóviles, motocicletas, vehículos livianos, vehículos pesados, trenes, buses, aviones, barcos, etc., cabe mencionar que los vehículos que usan motores de combustión interna como a gasolina o a diésel, son los que emiten gases contaminantes como el CO, HC, NOx, entre otros. Según la Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia (2012) los gases de escape por los diferentes vehículos se clasifican según el tipo de emisión como se lo señala a continuación [7]:

- ✓ Emisiones en circulación.
- ✓ Emisiones húmedas calientes.
- ✓ Emisiones diurnas.
- ✓ Emisiones de la recarga de combustible.
- ✓ Emisiones en reposo.

2.1.6. Emisiones vehiculares.

Las diferentes emisiones de gases contaminantes de los vehículos encontramos el monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos totales, dióxido de carbono entre otros. “Para generar potencia en los motores de combustión interna se transforma la energía química del combustible en energía calórica por medio de la combustión, luego el calor generado se transforma en energía mecánica gracias a la explosión de la mezcla dentro del cilindro” [8].

2.1.6.1. Monóxido de Carbono CO.

El CO o denominado monóxido de carbono es un gas tóxico el cual es producido en la combustión incompleta en base a carbono en ambiente donde existe poca presencia de oxígeno, además este gas es inodoro, incoloro, insípido en ocasiones no hay advertencia a las personas sobre la exhibición a este gas [9].

2.1.6.2. Óxidos de Nitrógeno NOx.

EL NOx se denomina óxidos de nitrógeno el cual hace referencia al óxido nítrico (NO), estos gases se producen cuando alcanzan altas temperatura en las cámaras de combustión, además los óxidos de nitrógeno reaccionan con los hidrocarburos cuando se encuentran en presencia de la luz del sol, lo cual provoca el ozono troposférico es el segundo contaminante más importantes [10].

2.1.6.3. Dióxido de carbono CO₂.

El dióxido de carbono (CO₂) es un componente natural el cual se encuentra en la atmósfera en los niveles de 0.035 por ciento aproximadamente, la exposiciones a corto plazo del dióxido de carbono CO₂ no producen efectos nocivos, es decir que se encuentran a niveles por debajo del 2 por ciento [11].

2.1.6.3. Hidrocarburos HC.

Los hidrocarburos denominados también HC están compuesto o formados por la unión del hidrogeno y el carbono, además son los combustibles emitidos por el tubo de escape del vehículo [12].

2.1.6.4. Opacidad.

La opacidad son humos del escape de los vehículos a diésel el cual se lo podría denominar hollín siendo la principal emisión de partículas sólidas de tamaños muy pequeños pero muy

abrasivos, es considerado una de los contaminantes más peligrosos para el medio ambiente y la salud de las personas [13].

2.1.7. Motor a Gasolina.

La combustión perfecta expulsa al ambiente dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), los cuales no son tóxicos, esta combustión se produce al tener una mezcla estequiométrica, es decir, necesita de 14.7 gramos de aire para combustionar completamente un gramo de combustible teóricamente [14].

2.1.8. Motor a Diésel.

En el motor a diésel tenemos que “...el proceso de combustión en un motor de encendido por compresión se produce al mezclar el aire con diésel a diferencia del motor a gasolina en este caso no se produce el encendido por chispa sino por la alta presión y temperatura dentro del cilindro debido a la compresión de la mezcla estequiométrica” [15].

2.1.9. Analizador de gases QROTECH.

El analizador de gases QROTECH es de uso automotriz, realiza una pre-inspección para vehículos de gasolina GLP y diésel, además es un equipo portátil fácil para su movilización, permite analizar los siguientes gases del escape de un vehículo: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), hidrocarburos (HC), oxígenos (O_2), óxido de nitrógeno (NO_x) y lambda (λ) [16].

2.1.10. Opacímetro CAPELEC.

Este aparato permite el diagnóstico para vehículos a diésel al analizar los gases de escape usando como parámetro el porcentaje de opacidad, este equipo esta parte de la revisión vehicular para verificar que el motor de combustión interna se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento [13].

2.1.12. Material Particulado.

2.1.12.1. PM_{2,5}.

Es un material particulado suspendido, son partículas de un diámetro menor a 2,5µm, la fuente principal son los procesos de combustión de las industrias, vehículos, generación termoeléctrica, incendios forestales y quemas, entre otros. Esta partícula tiene efectos en la salud incrementando el riesgo de padecer enfermedades crónicas como cardiovasculares y muertes prematuras. Cabe recalcar que este parámetro es el más perjudicial por ser el de menor diámetro [17].

2.1.12.2. PM₁₀.

El PM₁₀ es un material particulado suspendido de diámetro 10 µm, son partículas de material sólido o gotas líquidas suspendidas en el aire, presentándose en productos como: polvos, niebla, aerosoles, humo, hollín, entre otros. Estas partículas son producidas por la erosión eólica, tráfico en vía sin pavimento y actividades en construcción, vehículos de automoción. Cabe mencionar que estas partículas provocan efectos a la salud de las personas como: problemas en las vías respiratorias (asma) causando deterioro a corto plazo, cáncer, entre otras enfermedades a largo plazo [17].

2.1.13. Índice de la calidad del aire.

A continuación, se presentan la tabla con las categorías de los valores límites para cada contaminante del aire [18]:

Tabla 1. Categoría del Índice de Calidad del Aire (ICA) y límites permisibles de contaminación del aire

RANGO ICA	CALIFICACIÓN	PM10	PM2,5
		24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
$0 \leq \text{ICA} \leq 50$	Verde	0 - 54	0,0 – 15,4
$51 \leq \text{ICA} \leq 100$	Amarillo	55 - 154	15,5 – 40,4
$101 \leq \text{ICA} \leq 150$	Anaranjado	155 – 254	40,5 – 65,4
$151 \leq \text{ICA} \leq 200$	Rojo	255 – 354	65,4 – 150,4
$201 \leq \text{ICA} \leq 300$	Morado	355 – 424	150,5 – 250,4
$301 \leq \text{ICA} \leq 400$	Marrón	425 – 504	250,5 – 350,4
$401 \leq \text{ICA} \leq 500$	Marrón	505 - 604	350,5 - 504

Fuente: Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (2010).

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para encontrar el índice de la calidad del aire se aplica la siguiente ecuación [19]:

- ✓ **ICA:** es el índice de calidad del aire para el contaminante p
- ✓ **C_p:** concentración medida para el contaminante p
- ✓ **BP_{Hi}:** Punto de corte mayor o igual C_p
- ✓ **BP_{Lo}:** es el punto de corte menor o igual C_p
- ✓ **I_{Hi}:** valor del ICA que corresponde BP_{Hi}
- ✓ **I_{Lo}:** valor de ICA que corresponde BP_{Lo}

Ecuación 1. Ecuación del Índice de la Calidad del Aire

$$ICA = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010)

Tabla 2. Categorías en relación a la salud de las personas

PM10 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y PM2,5 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Color y Condición para la salud	Acciones preventivas
Verde (Buena)	Ninguna
Amarillo (Moderada)	Personas que son extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedades cardio-cerebrovascular como hipertensión arterial, isquémica del miocardio, etc.
Anaranjado (Dañina a la salud para grupos sensibles)	Perjudicial para personas con enfermedades cardiacas o respiratoria, mayores de 60 años y niños deben evitar la actividad física fuerte.
Rojo (Dañina a la salud)	Personas con enfermedades cardiovasculares, respiratorias, personas mayores de 60 años y niños deben evitar actividad física fuerte.
Morado (Muy dañina a la salud)	Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar cualquier actividad física en exteriores.
Marrón (Peligrosa)	Todas las personas deben evitar el esfuerzo al aire libre

Fuente: Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (2010)

2.1.14. Medidor de partículas (BTMETER BT-5800D).

Este equipo de medición está diseñado especialmente para medir el material particulado PM2,5 y PM10 con la finalidad determinar la calidad del aire en diferentes entornos tales como: en la oficina, dentro del vehículo, para el respectivo análisis de la purificación del aire además también permite realizar pruebas medio ambientales en exteriores [20].

Procedimiento de uso para la prueba ambiental de exteriores:

1. El medidor de partículas debe estar a 1,20 metros de altura
2. Encender el medidor de partículas
3. La medición de partículas se lo realiza de forma aleatoria cada 30 segundos por las 24 horas del día.
4. Anotar los resultados en cuaderno/computadora

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Emisiones contaminantes a gasolina.

2.2.1.1. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002.

En la norma de las emisiones contaminantes a gasolina establecen límites permitidos producidos por los vehículos terrestres (vehículos automotores) de gasolina.

2.2.1.2. Clasificación.

La norma NTE INEN 2 204: 2002, menciona una serie de clasificaciones de automotores a continuación se detalla la clasificación [21]:

- ✓ Vehículo liviano: Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.
- ✓ Vehículo mediano: Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 Kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 Kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:
 - ✓ Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo.
 - ✓ Transportar más de 12 pasajeros
 - ✓ Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.
- ✓ Vehículo pesado: Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 Kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 Kg, o cuya área frontal excede de 4,18 m².

2.2.1.2. Requisitos.

Cabe mencionar que la norma NTE INEN 2 204: 2002, contiene los siguientes requisitos para las emisiones de gases contaminantes para los vehículos a gasolina [21]:

- ✓ Los límites máximos de emisiones permitidos para los vehículos con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

- ✓ Todos los vehículos 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 3.

Tabla 3. Límites máximos de emisiones permitidos para vehículos con motor de gasolina

Año Modelo	%CO*		ppm HC*	
	0 - 1 500**	1 500 - 3 000**	0 - 1 500 **	1 500 – 3000
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

* Volumen

*** Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)

Fuente: NTE INEN 2 204:2002 (2009)

Elaborado: Por el Autor

2.2.2. Emisiones contaminantes a diésel.

2.2.2.1. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002.

Según las normas NTE INEN 2 207:2002, de la emisiones de contaminantes a diésel contienen límites permitidos producidos por los vehículos terrestres (vehículos automotores) de diésel [22].

2.2.2.2. Requisitos.

Según la norma NTE INEN 2 207:2002, menciona los siguientes requisitos para los límites de emisiones de gases contaminantes [22]:

- ✓ Los requisitos máximos de opacidad de humos para los vehículos a diésel, prueba de aire libre.
- ✓ Todos los vehículos que cuente con motor a diésel que se encuentre en condición de aceleración libre no podrá disparar al aire humos en cantidades superiores a las que se indicaran en la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Límites máximos de opacidad de emisiones para vehículos con motor a diésel

Año modelo	% opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

Fuente: NTE INEN 2 207:2002 (2009)

Elaborado: Por el Autor

2.2.3. Niveles de Emisiones de gases contaminantes para motocicletas.

Según la norma RTE INEN 136, para las motocicletas que utilizan combustible de gasolina o mezcla gasolina y aceite, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima a temperatura normal de operación no debe emitir (CO) y (HC) en cantidades elevadas a las que se señalan en la siguiente tabla [23]:

Tabla 5. límites máximos de emisiones permitidas para motocicletas y triciclos

Tipo de motor	CO (%V)	HC (ppm)
Todas	3,5	2000

Fuente: NTE INEN 136 (2009)

Elaborado: Por el Autor

2.3. Marco Legal.

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador.

En la presente Constitución del Ecuador se garantiza el bienestar de los individuos y la convivencia armónica con la naturaleza. A continuación, se mencionan algunos artículos referentes al tema de investigación:

“**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*” [2, p. 29]

“**Art. 32.-** La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales (...)” [2, p. 34]

“**Art. 66.** – Se reconoce y garantizará a las personas. Núm. 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”. [2, p. 50]

Además, en la constitución existen los derechos que deben cumplirse, se encuentra en los siguientes artículos:

“**Art. 277.-** Para la consecución del buen vivir, serán deberes generales del Estado: 1. garantizar los derechos de las personas, las colectividades y la naturaleza; 2. Dirigir, planificar y regular el proceso de desarrollo. 3; Generar y ejecutar las políticas públicas, y controlar y sancionar su incumplimiento. 4; Producir bienes, crear y mantener infraestructura y proveer servicios públicos. (...)” [2, p. 136]

“**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a: 2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental (...)” [2, p. 178]

Por otro lado en la Ley de gestión ambiental en el Ecuador en el art. 39 menciona la finalidad de combatir la contaminación, a continuación se detalla el artículo [24]:

“**Art. 39.-** Las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales, control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiental, establecerán con participación social, programas de monitoreo del estado ambiental en las áreas de su competencia; esos datos serán remitidos al Ministerio del ramo para su sistematización; tal información será pública”.

La ley orgánica de tránsito de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial establece en el artículo 29 las obligaciones de los centros de revisión y control vehicular, a continuación se detalla [25]:

“**Art. 29.-** Son funciones y atribuciones del Director Ejecutivo de la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial las siguientes: 27. Auditar el funcionamiento de los centros de revisión y control técnico

vehicular, los mismos que podrán ser concesionados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados que hayan asumido la competencia; (...)"

“Art. 206.- La Comisión Nacional autorizará el funcionamiento de Centros de Revisión y Control Técnico Vehicular en todo el país y otorgará los permisos correspondientes, según la Ley y los reglamentos, siendo estos centros los únicos autorizados para efectuar las revisiones técnico mecánicas y de emisión de gases de los vehículos automotores, previo a su matriculación. (...)(...)”

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

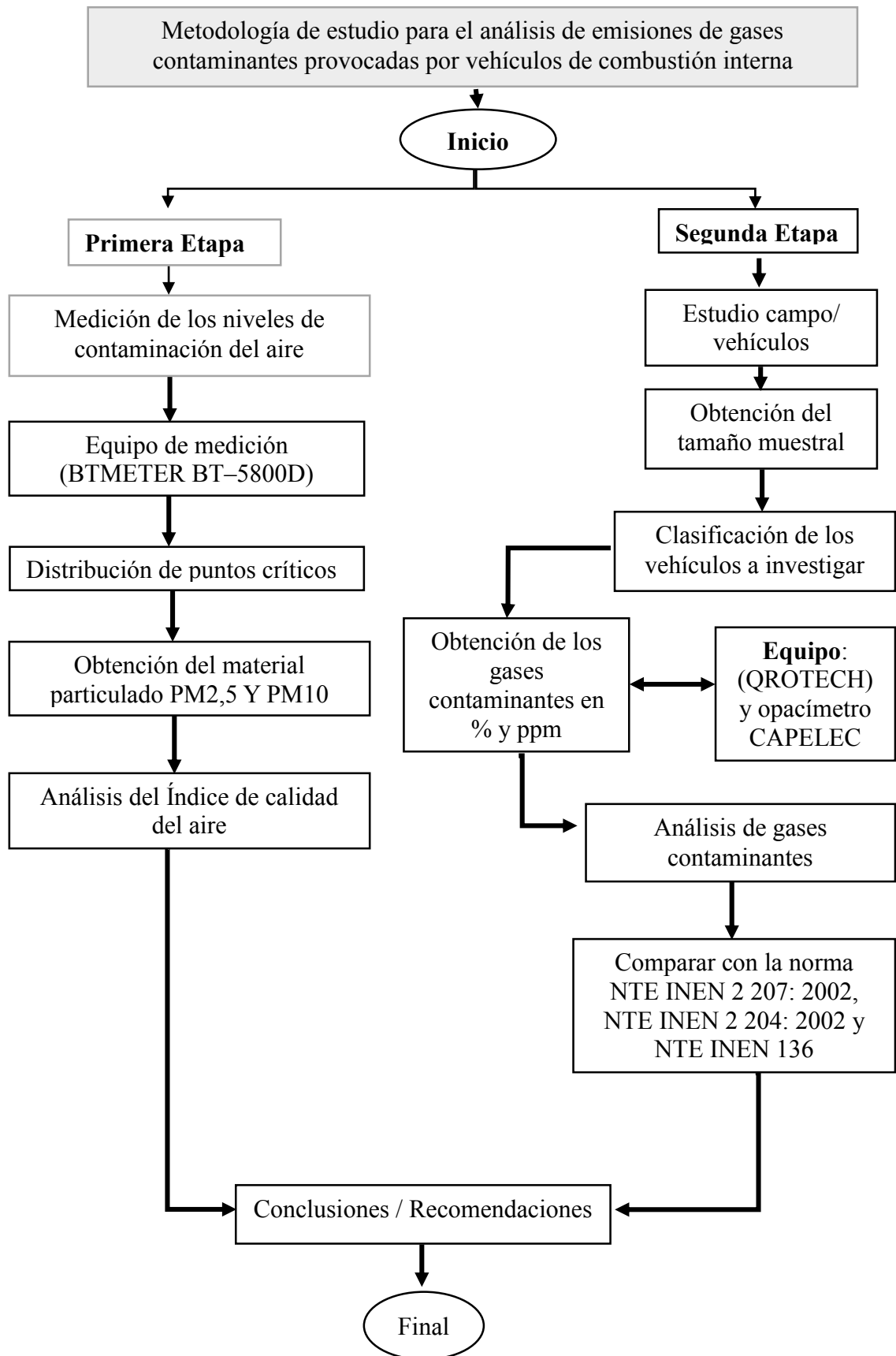
La presente investigación se la realizó en el cantón Quevedo, perteneciente a la Provincia de Los Ríos, Zona 5; cabe mencionar que el cantón Quevedo actualmente tiene una división distrital de 9 parroquias: Guayacán, Nicolás Infante Díaz, Quevedo, San Camilo, San Cristóbal, Siete de Octubre, Venus el río, Viva Alfaro, 24 de mayo, y dos rurales como son, San Carlos y La Esperanza.

3.2. Planteamiento metodológico.

Se obtendrá información de mano a través de la lectura obtenida mediante el medidor de partículas (BTMETER BT-5800D), analizador de gases QROTECH y un opacímetro CAPELEC, así como el análisis de datos a partir de libros, tesis, artículos, entre otros medios, con el propósito de dar a conocer los diversos criterios que sostienen los autores en cuanto al tema de investigación y mejorar el planteamiento a lo declarado en el trabajo de investigación. Asimismo, se utilizaron datos secundarios externos como las normas NTE INEN 2 207: 2002, NTE INEN 2 204: 2002, NTE INEN 136 del Ecuador, la cual determina los límites de emisiones de contaminantes de los vehículos a diésel y gasolina. Además, por medio de la investigación de campo se logrará la recolección de datos para conocer el nivel de emisiones de gases contaminantes provocados por los diferentes vehículos que circulan en Quevedo.

Se elabora a continuación un diagrama de flujo, donde se establece el respectivo procedimiento metodológico para el análisis de emisiones de gases contaminantes de vehículos que usan motor de combustión interna en el cantón Quevedo.

Figura 1. Flujograma de la metodología



3.3. Población y muestra vehicular.

3.3.1. Población vehicular.

Según datos de la Dirección de Tránsito QUEVIAL, el parque automotor en el año 2018 fue de 19431 vehículos, los cuales están conformados por motocicletas, vehículos livianos, vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON, vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON, Tracto Mulas 20 ton en adelante en el cantón de Quevedo, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Parque automotor en el 2018 en el cantón Quevedo

CLASES DE VEHÍCULOS	# DE VEHÍCULOS
Motocicletas	10.101
Vehículo Liviano	6.926
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	1.374
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	151
Tracto Mulas 20 TON en adelante	879
TOTAL	19.431

Fuente: Dirección de Tránsito QUEVIAL (2018)

Elaborado: Por el Autor

3.3.2. Tamaño de la Muestra vehicular.

Para la determinación del tamaño de la muestra del parque automotor del cantón Quevedo del 2019 se la obtiene mediante la siguiente fórmula estadística [26]:

Ecuación 2. Ecuación de la Población finita para sacar la muestra vehicular

$$n = \frac{(N)PQZ^2}{(N - 1)(e)^2 + PQZ^2} \quad (2)$$

Expresión en donde:

n=Tamaño de la Muestra: 377 vehículos

N= tamaño de la población vehicular: 19.431

P= Probabilidad de Aceptación (50%)

Q= Probabilidad de Rechazo (50%)

Z= Nivel de Confianza 95% = 1,96

e= Margen de Error 5% = 0,05

3.4. Recursos humanos y materiales.

- Computadoras
- Artículos científicos
- Impresoras
- Anillados/ empastados
- Calculadoras
- Libros y Esferos gráficos
- Alquiler de la maquina analizador de gases QROTECH y opacómetro CAPELEC

Software

- Excel, Word

Máquinas herramientas e insumos

- Analizador de gases del escape (QROTECH).
- Medidor de partículas BTMETER BT – 5800D.
- Opacómetro CAPELEC.

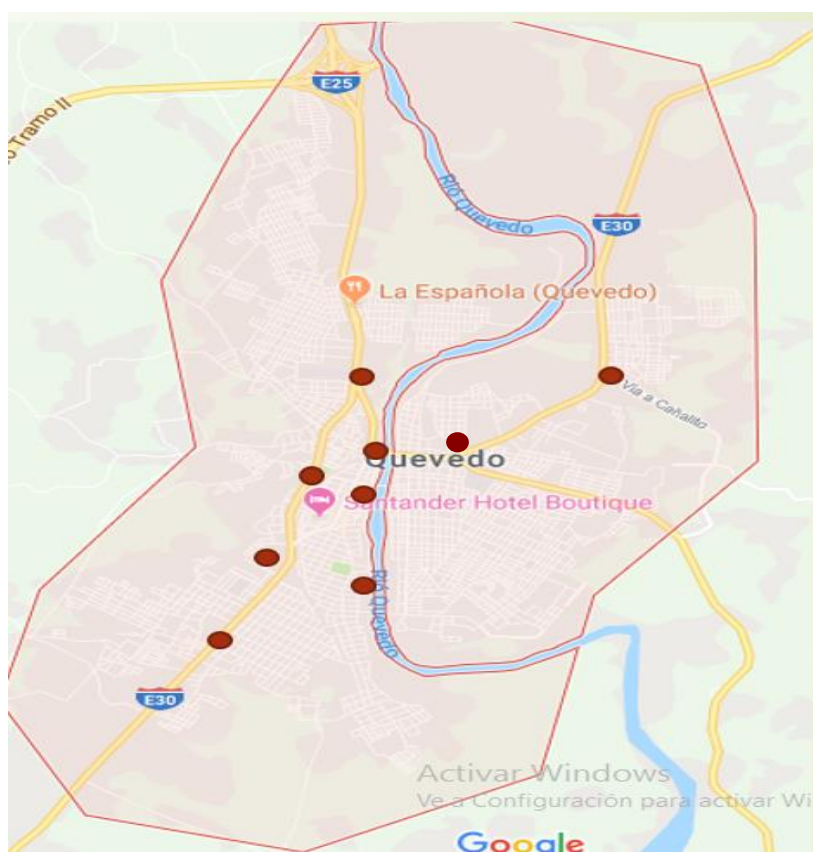
CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Medir los niveles de contaminación de aire por medio del equipo de medición de partículas BTMETER BT – 5800D.

Para la medición de los niveles de contaminación de aire del cantón Quevedo se establecieron horarios y puntos críticos de mayor afluencia vehicular. A continuación, se presenta el mapa de las ubicaciones:

Figura 2. Mapa de la distribución de los puntos críticos para la medición de la contaminación del aire



Fuente: Google maps

Además, la medición se lo realizará en un monitoreo de 24 horas en los puntos críticos. A continuación, se detallan los sectores donde se tomará la muestra del nivel de contaminación del aire:

4.1.1.1. Distribución de los puntos críticos por sectores de mayor afluencia vehicular.

A continuación, se detalla los diferentes puntos críticos en el cantón de Quevedo.

Figura 3. Punto crítico, “Entrada a Cañalito”



Fuente: Google maps

Figura 4. Punto crítico, “Av. Quito”



Fuente: Google maps

Figura 5. Punto crítico, gasolinera “San Camilo”



Fuente: Google maps

Figura 6. Punto crítico, “Transversal central”



Fuente: Google maps

Figura 7. Punto crítico, “Av. Jaime Roldos”



Fuente: Google maps

Figura 8. Punto crítico, “Centro de la Ciudad”



Fuente: Google maps

Figura 9. Punto crítico, “Puente Nuevo”



Fuente: Google maps

Figura 10. Punto crítico, “El Guayacán”



Fuente: Google maps

Figura 11. Punto crítico, “Mini Terminal”

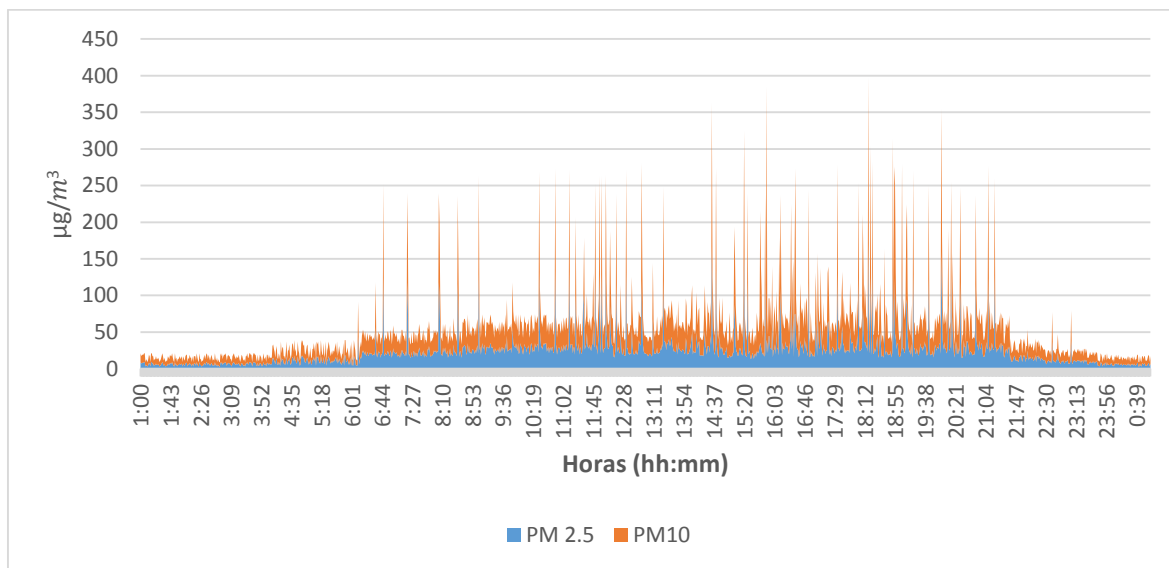


Fuente: Google maps

4.1.1.2. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10.

Por medio del medidor de partículas BTMETER BT-5800D permitió tomar las muestras del material particulado PM2,5 Y PM10 en los diferentes puntos críticos previamente establecidos.

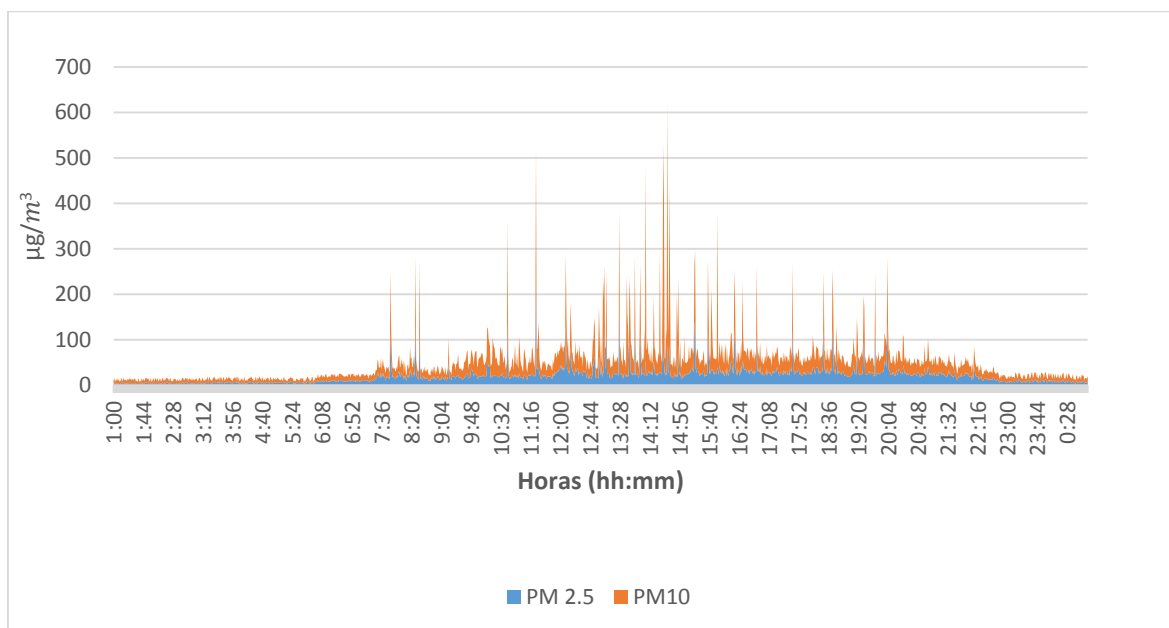
Figura 12. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en la Entrada de Cañalito



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

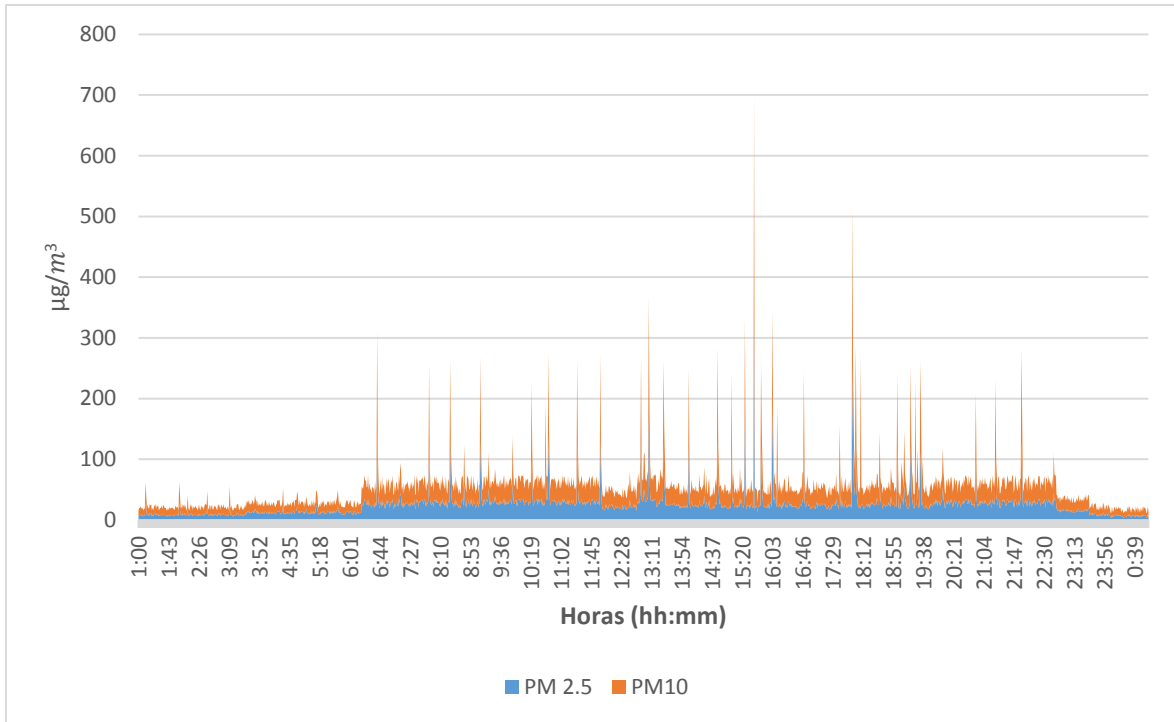
Figura 13. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en la Av. Quito



Fuente: Investigación de campo

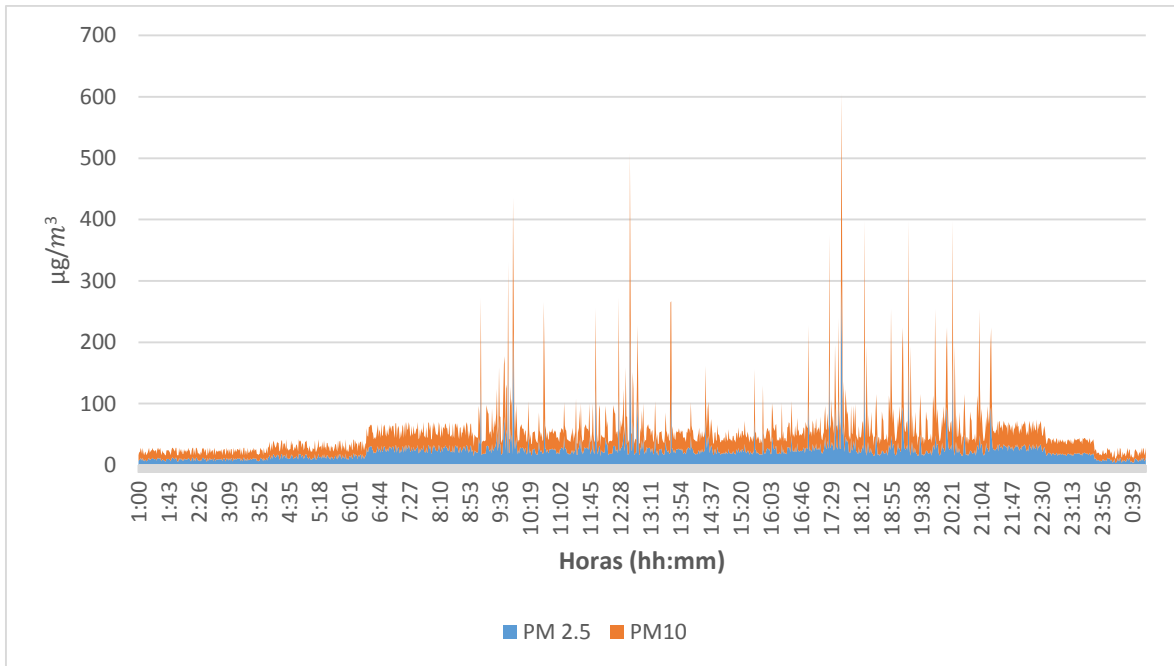
Elaborado: Por el Autor

Figura 14. Niveles de contaminación de material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ en la Gasolinera San Camilo



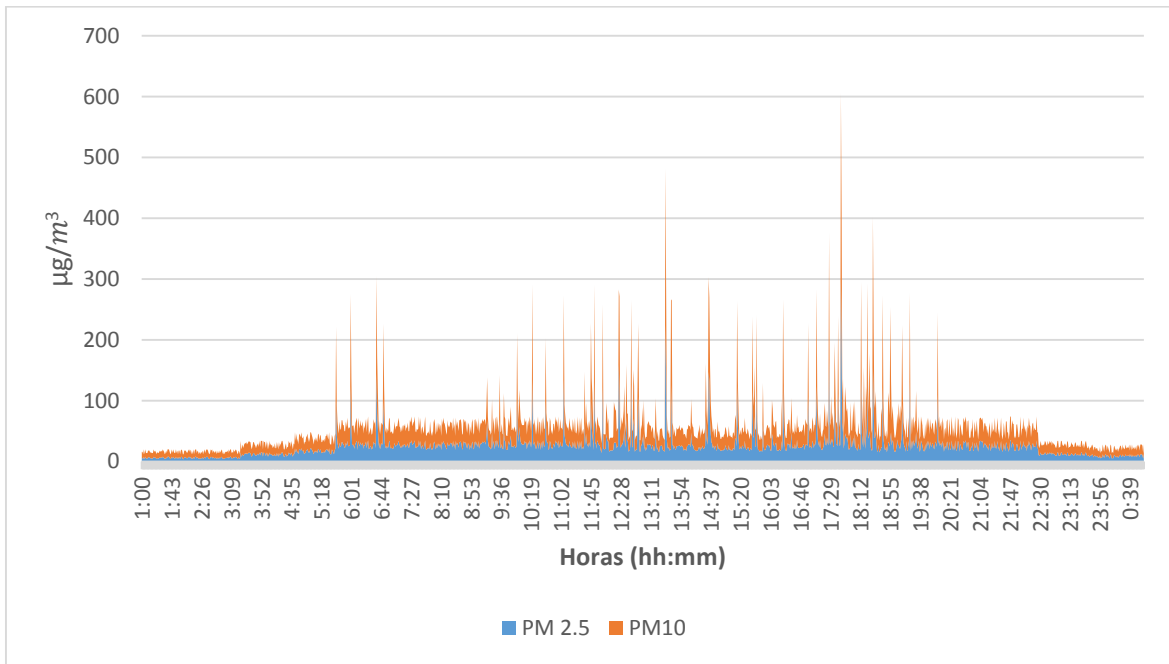
Fuente: Investigación de campo
Elaborado: Por el Autor

Figura 15. Niveles de contaminación de material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ en la Transversal central



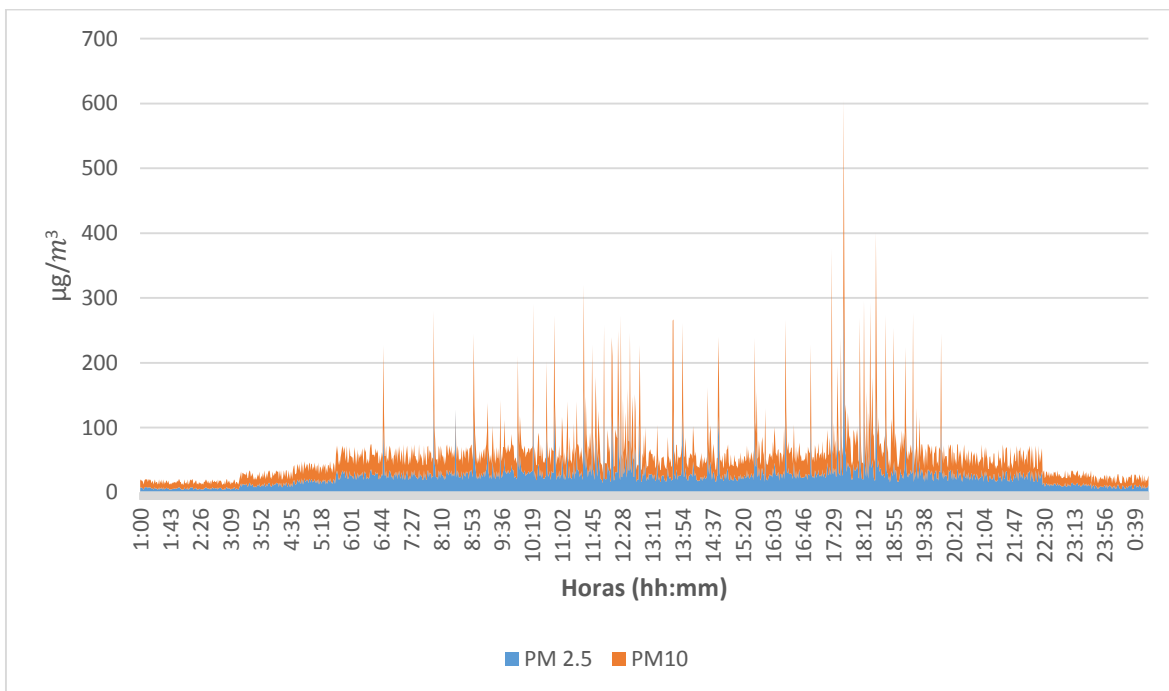
Fuente: Investigación de campo
Elaborado: Por el Autor

Figura 16. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en la Av. Jaime Roldos



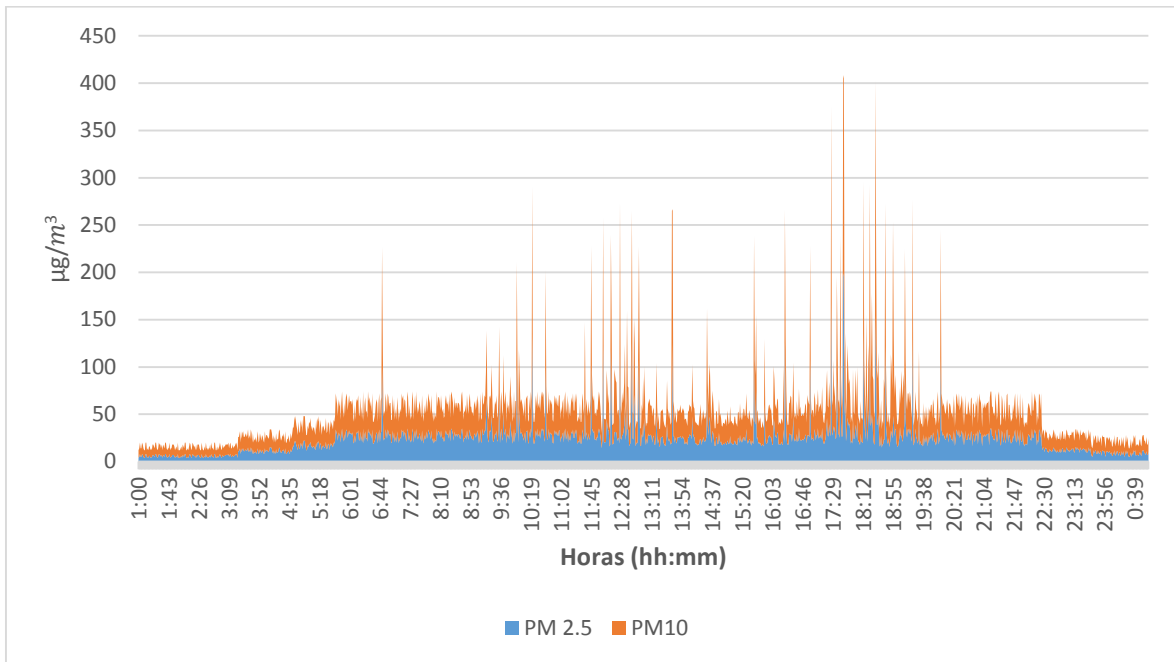
Fuente: Investigación de campo
Elaborado: Por el Autor

Figura 17. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en el Centro de la ciudad



Fuente: Investigación de campo
Elaborado: Por el Autor

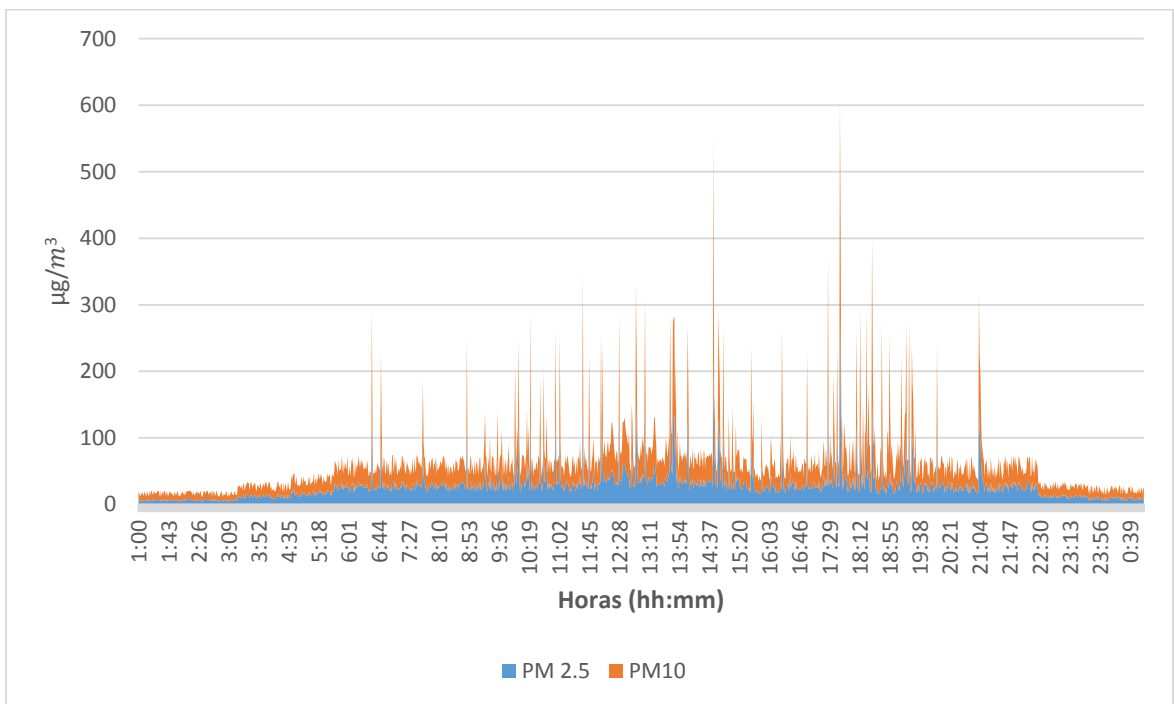
Figura 18. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en el Puente Nuevo



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

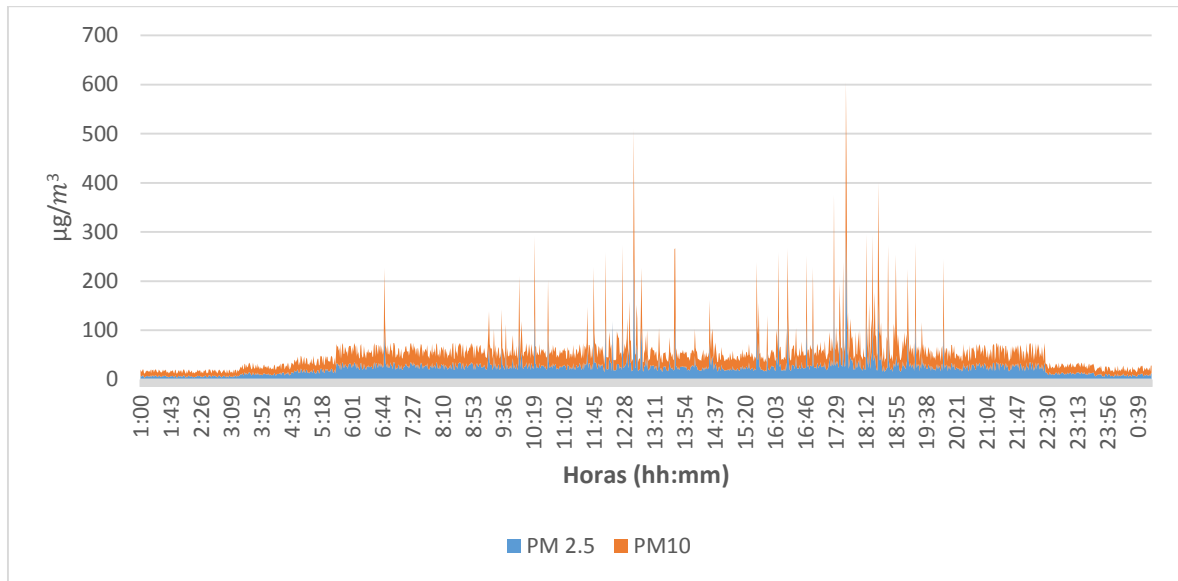
Figura 19. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en el Guayacán



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 20. Niveles de contaminación de material particulado PM2,5 y PM10 en el Mini Terminal



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire de la Entrada Cañalito

Se utilizará la siguiente ecuación del Índice de Calidad del Aire (ICA) y los valores de la tabla 1:

PM2,5: 23,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (23,72\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 67,18\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM10: 30,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (30,11\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 27,88\mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire en la Av. Quito

PM2,5: 19,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (19,85 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 59,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM10: 29,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (29,69\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 24,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire en la gasolinera “San Camilo”

PM 2,5: 24,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (24,52 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 68,75\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM 10: 29,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (29,32 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 27,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire en la Transversal central

PM2,5: 23,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (23,44 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 66,62\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM 10: 30,43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (30,43 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 28,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire de la Av. Jaime Roldos

PM2,5: 25,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (25,05 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 69,79\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM10: 30,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (30,58\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 28,31\mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire en el Centro de Ciudad

PM2,5: 26,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (26,71 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 73,06\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM10: 30,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (30,65\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 28,38\mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire en el Puente Nuevo

PM 2,5: 23,77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (23,77 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$= 67,27\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM 10: 29,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (29,21 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 27,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del Índice de la Calidad del Aire en El Guayacán

PM2,5: 27,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (27,49 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 74,59\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM10: 32,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (32,1 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 29,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cálculo del índice de la calidad del aire en el Mini terminal

PM2,5: 24,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{100\mu\text{g}/\text{m}^3 - 51\mu\text{g}/\text{m}^3}{40,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3} (24,06 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,5\mu\text{g}/\text{m}^3) + 51\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 67,84\mu\text{g}/\text{m}^3$$

PM10: 29,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$$ICA = \frac{50\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3}{54\mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3} (29,52 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 0\mu\text{g}/\text{m}^3) + 0\mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (1)$$

$$ICA = 27,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

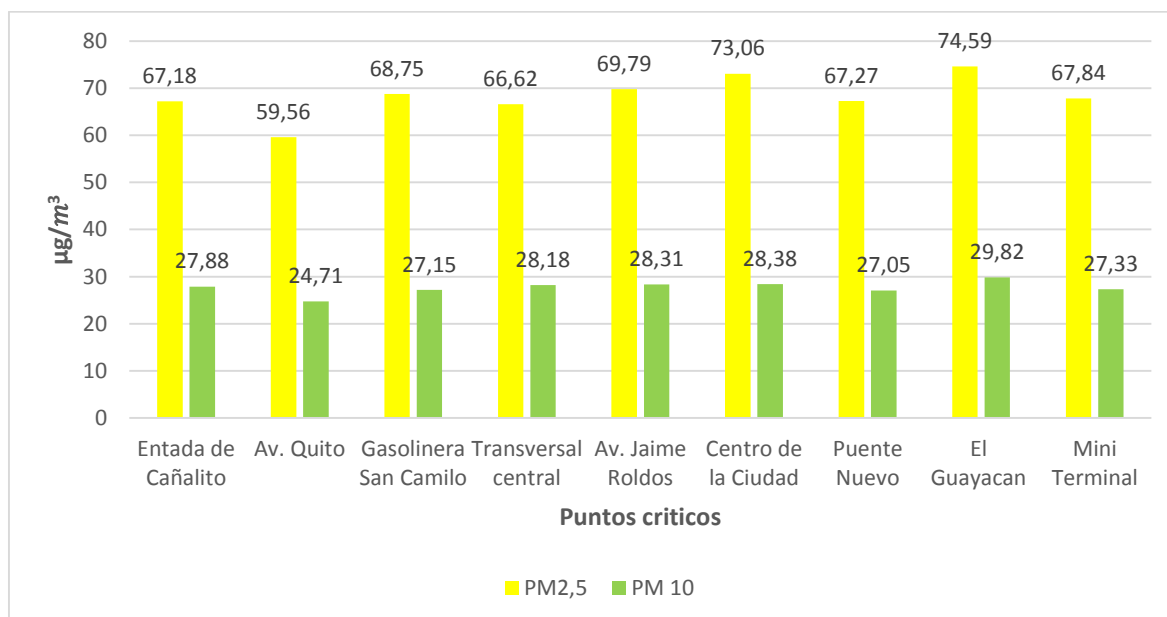
Tabla 7. Matriz de la concentración promedio en 24 horas y el Índice de Calidad del Aire (ICA)

PUNTOS CRÍTICOS	CONCENTRACIÓN PROMEDIO EN 24 HORAS		ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (ICA)	
	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Entada de Cañalito	23,72	30,11	67,18	27,88
Av. Quito	19,85	26,69	59,56	24,71
Gasolinera San Camilo	24,52	29,32	68,75	27,15
Transversal central	23,44	30,43	66,62	28,18
Av. Jaime Roldos	25,05	30,58	69,79	28,31
Centro de la Ciudad	26,71	30,65	73,06	28,38
Puente Nuevo	23,77	29,21	67,27	27,05
El Guayacán	27,49	32,10	74,59	29,82
Mini Terminal	24,06	29,52	67,84	27,33

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 21. Índice de la Calidad del Aire (ICA) del material particulado PM2,5 y PM10 de todos los puntos críticos



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Se evidenció que en el sector “El Guayacán”, el Índice de la Calidad del Aire para el parámetro PM2,5 y PM10 son de $74,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $29,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valores cuya magnitud superan en poco al valor de los otros puntos críticos, situación debida a una mayor afluencia de vehículos y otros factores (inclusive existen actividades que generan contaminación como la presencia de comedores) que intervienen en la contaminación del aire e, mientras que, en la Av. Quito el ICA

para el material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ es de 59,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 24,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se presentan valores menores en comparación con el de otros lugares. A pesar de, presentarse el fenómeno de contaminación dentro de valores permisibles, existen grupos de personas vulnerables a esta problemática.

A través del monitoreo de 24 horas se identificó que existe una variación aleatoria de picos más elevados del material particulado PM_{2,5} y PM₁₀ en un rango de 100 a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde la 6:30 hasta 21:15 especialmente en las **Figuras 12, 18, 19** que depende principalmente del tráfico vehicular provocando problemas irreversibles a la salud de los individuos a largo plazo.

4.1.2. Establecer el número y tipos de vehículos (motocicletas, livianos y pesados) que circulan en la ciudad de Quevedo.

Según datos de la Dirección de tránsito QUEVIAL en el año 2016 los vehículos matriculados fueron de 22.293 vehículos, en el 2017 tuvo un incremento de vehículos matriculados los cuales ascendieron a 29.141 vehículos, mientras que en el 2018 fueron de 19.431 vehículos, se evidenció que existe una disminución en comparación al anterior año de 9.710 vehículos en el cantón. Por lo tanto, se puede observar que la disminución se debe a diferentes factores: vehículos que no cumplieron con las normas o revisión vehicular en el cantón Quevedo optaron por acudir a otro centro de revisión, por la venta del bien, etc., A continuación, se detalla el respectivo reporte actualizado del año 2018:

Tabla 8. Vehículos matriculados desde el 2016 hasta el 2018 en el cantón Quevedo

TIPOS DE VEHÍCULOS	2016	2017	2018
Motocicletas	12.506	16.189	10.101
Vehículo Liviano	7.908	10.235	6.926
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	1.735	2.473	1.374
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	110	168	151
Tractomulas 20 ton en adelante	34	76	879
TOTAL	22.293	29.141	19.431

Fuente: Dirección de Tránsito QUEVIAL

Elaborado: Por el Autor

4.1.3. Obtener datos estadísticos del parque automotor de las emisiones contaminantes de los gases de escape, por medio del analizador de gases QROTECH y opacímetro CAPELEC.

A continuación, se detalla la distribución del tamaño de la muestra vehicular la cual se llevó a cabo de forma aleatoria en las diferentes parroquias del cantón.

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 19.431}{0,05^2(19.431 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = \frac{18.661,5324}{49,5354} \quad (2)$$

n = 377 vehículos

Para la obtención de las emisiones de gases contaminantes se aplicó la ecuación de población finita, siendo 377 vehículos para realizar las respectivas pruebas, de los cuales se clasificaron por tipos, según el combustible, y año de antigüedad, según los datos obtenidos por medio de las gasolineras de la ciudad de Quevedo. Cabe mencionar que se excluyen de la investigación 21 vehículos livianos a diésel al ser un valor inferior frente a los 132 vehículos que usan motor a gasolina, a continuación, se muestra las siguientes tablas de distribución:

Tabla 9. Distribución de vehículos que usan motor a gasolina

TIPOS DE VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	AÑOS		
		2000 en adelante	1990 a 1999	1989 y anteriores
Motocicletas	72	72	-	-
Vehículo Liviano	132	81	33	18

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Tabla 10. Distribución de vehículos que usan motor a diésel

TIPOS DE VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	AÑOS	
		2000 en adelante	1999 y anteriores
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	64	44	20
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	60	39	21
Tracto Mulas 20 TON en adelante	28	28	-

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Análisis de las emisiones de gases contaminantes de los vehículos que usan motor a gasolina con respecto a la clasificación de la tabla 9 y 10:

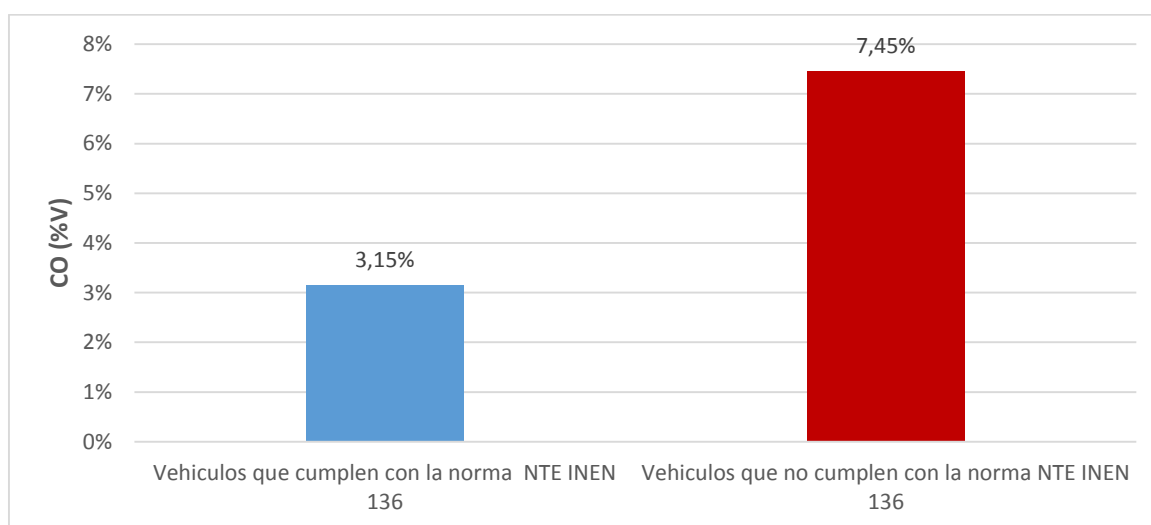
Tabla 11. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) motocicletas a gasolina

MOTOCICLETAS	VEHÍCULOS	CO (% V)	HC (ppm)
Vehículos que cumplen con la norma NTE INEN 136	15	3,15%	1832,48
Vehículos que no cumplen con la norma NTE INEN 136	57	7,45%	3882,9

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

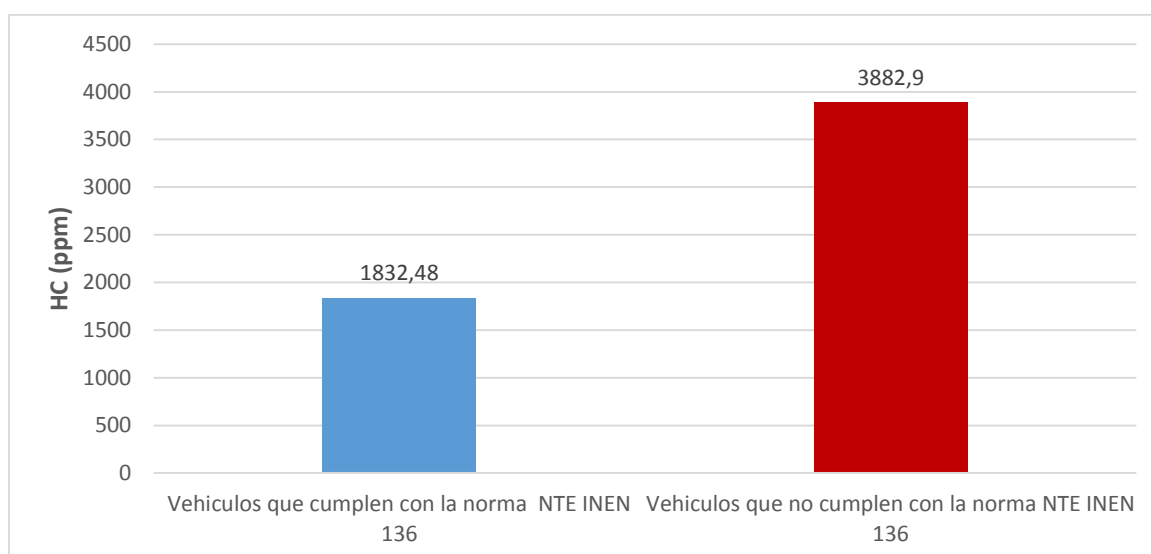
Figura 22. Niveles promedio de CO (% V) motocicletas a gasolina



Fuente: Investigación

Elaborado: Por el Autor

Figura 23. Niveles promedio de HC (ppm) motocicletas a gasolina



Fuente: Investigación

Elaborado: Por el Autor

Mediante la investigación realizada en las motocicletas a gasolina se evidenció que 57 motocicletas no cumplen con la norma NTE INEN 136 teniendo un promedio de 7,45% CO (%V) y 3882,9 HC (ppm). Es decir, son las que mayormente contaminan el aire por falta de mantenimiento e incorrecta calibración del carburador y, solamente 15 motocicletas cumplen con la norma NTE INEN 136 con un promedio de 3,15% CO (%V) y 1832,48 HC (ppm).

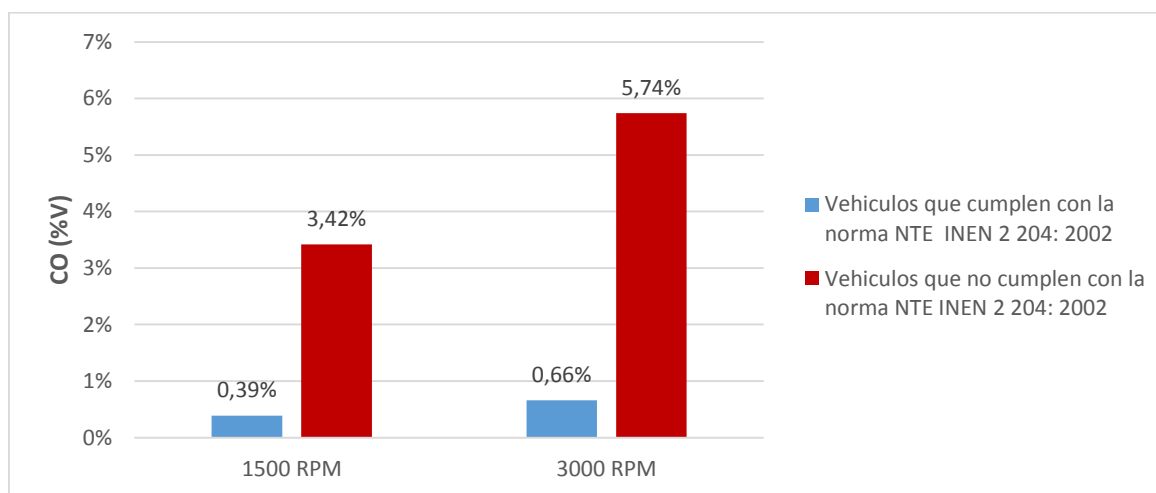
Tabla 12. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) vehículos livianos a gasolina a partir del año 2000 en adelante

VEHÍCULOS LIVIANOS DEL AÑO 2000 EN ADELANTE	VEHÍCULOS	CO (% V)		HC (ppm)	
		1500 RPM	3000 RPM	1500 RPM	3000 RPM
		Vehículos que cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002	19	0,39%	0,66%
Vehículos que no cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002	62	3,42%	5,74%	360	459

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

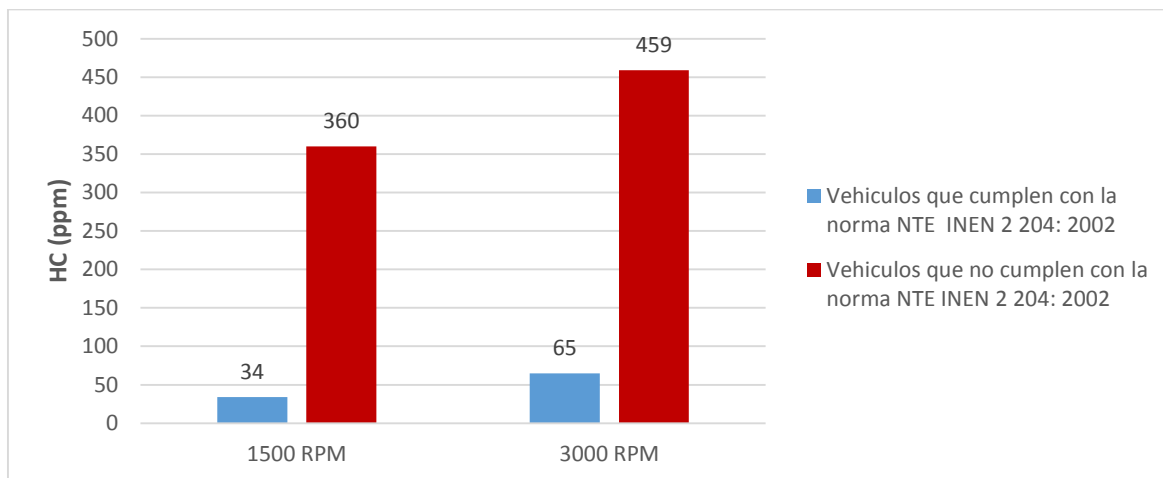
Figura 24. Niveles promedio de CO (% V) vehículos livianos a gasolina del año 2000 en adelante



Fuente: Investigación

Elaborado: Por el Autor

Figura 25. Niveles promedio de HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 2000 en adelante



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

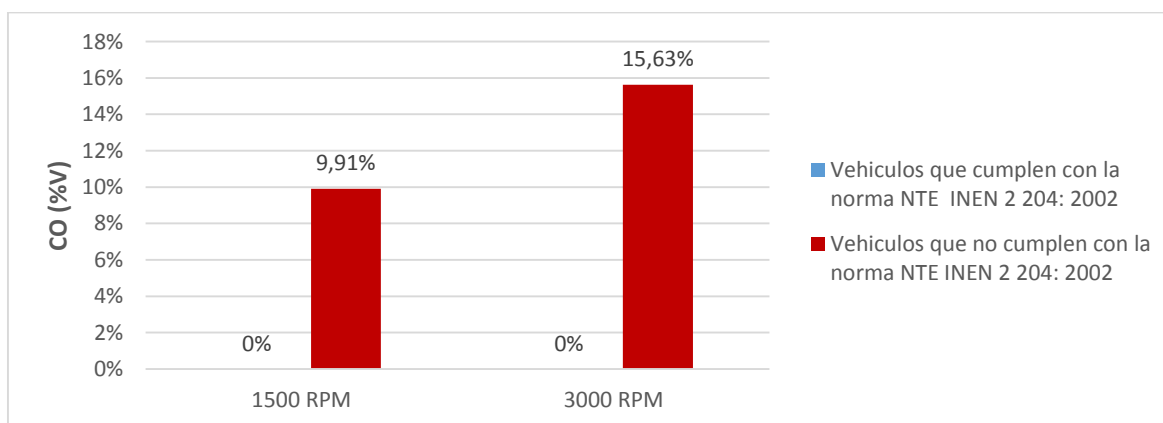
Tabla 13. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1990 a 1999

VEHÍCULOS LIVIANOS DEL AÑO 1990 A 1999	VEHÍCULOS	CO (% V)		HC (ppm)	
		1500 RPM	3000 RPM	1500 RPM	3000 RPM
Vehículos que cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002	0	0%	0%	0	0
Vehículos que no cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002	33	7,88%	10,23%	784	1471

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

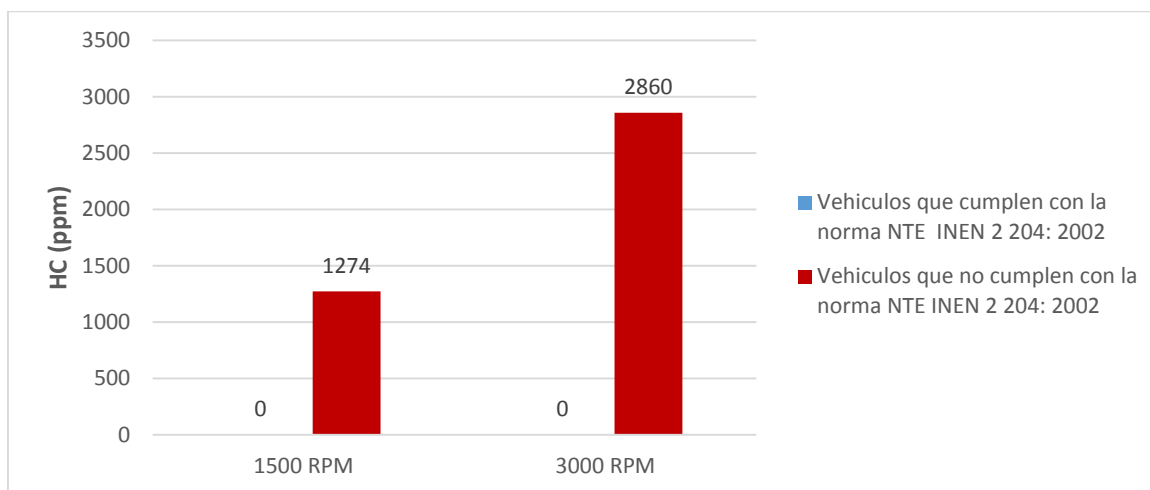
Figura 26. Niveles promedio de CO (% V) vehículos livianos a gasolina del año 1990 a 1999



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 27. Niveles promedio de HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1990 a 1999



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

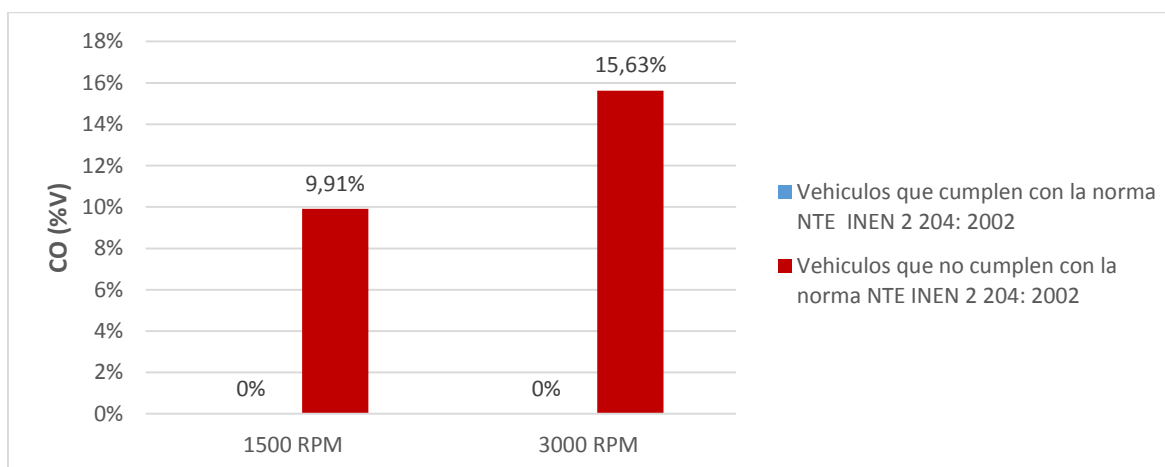
Tabla 14. Niveles promedios CO (%V) y HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1989 y anteriores

VEHÍCULOS LIVIANOS DEL AÑO 1989 Y ANTERIORES	VEHÍCULOS	CO (% V)		HC (ppm)	
		1500 RPM	3000 RPM	1500 RPM	3000 RPM
Vehículos que cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002	0	0%	0%	0	0
Vehículos que no cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002	18	9,91%	15,63%	1274	2860

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

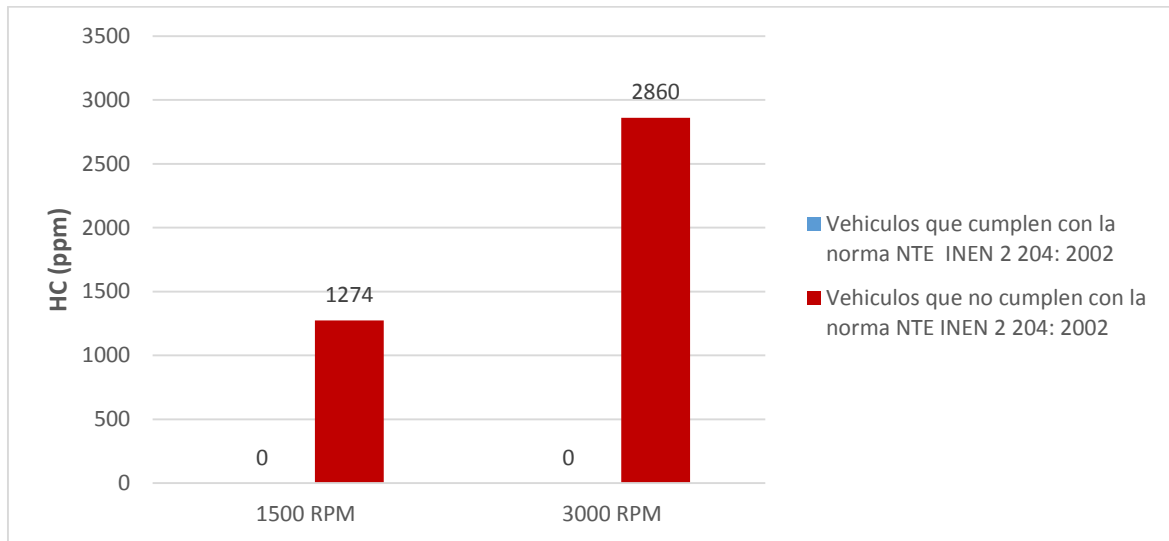
Figura 28. Niveles promedio de CO (% V) vehículos livianos a gasolina del año 1989 y anteriores



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 29. Niveles promedio de HC (ppm) vehículos livianos a gasolina del año 1989 y anteriores



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

De acuerdo con la tabla 12 se evidenció que los niveles promedio de CO (%V) y HC (ppm) de los vehículos livianos a gasolina sometidos a pruebas de 1500 RPM–3000 RPM es de 0,39% a 0,66% en CO (%V) y de 34 a 65 en HC (ppm) que cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002, por otro lado 62 vehículos livianos no cumplen con la norma teniendo por intervalo 3,42% - 5,74% en CO (%V) y de 360 a 459 en HC (ppm), lo cual se debe principalmente a que en estos vehículos se ha retirado o suspendido los catalizadores, sistemas de recirculación de gases y el sistema de control evaporativo de gases.

Según la tabla 13 y 14 estos vehículos presentaron problemas en su sistema de alimentación y sistemas de encendidos, como resultado tienen una mezcla aire combustible muy rica, podemos observar que tienen un promedio muy elevado de monóxido de carbono e hidrocarburos, donde los vehículos del año 1989 y anteriores según las pruebas a 1500 RPM – 3000 RPM presentan valores 9,91% a 15,63% en CO (%V) y de 1274 a 2860 en HC (ppm), mientras que los vehículos de fabricación desde el año 1990 a 1999, tienen un promedio de 7,88% a 10,23% en CO (%V) y de 784 a 1471 en HC (ppm).

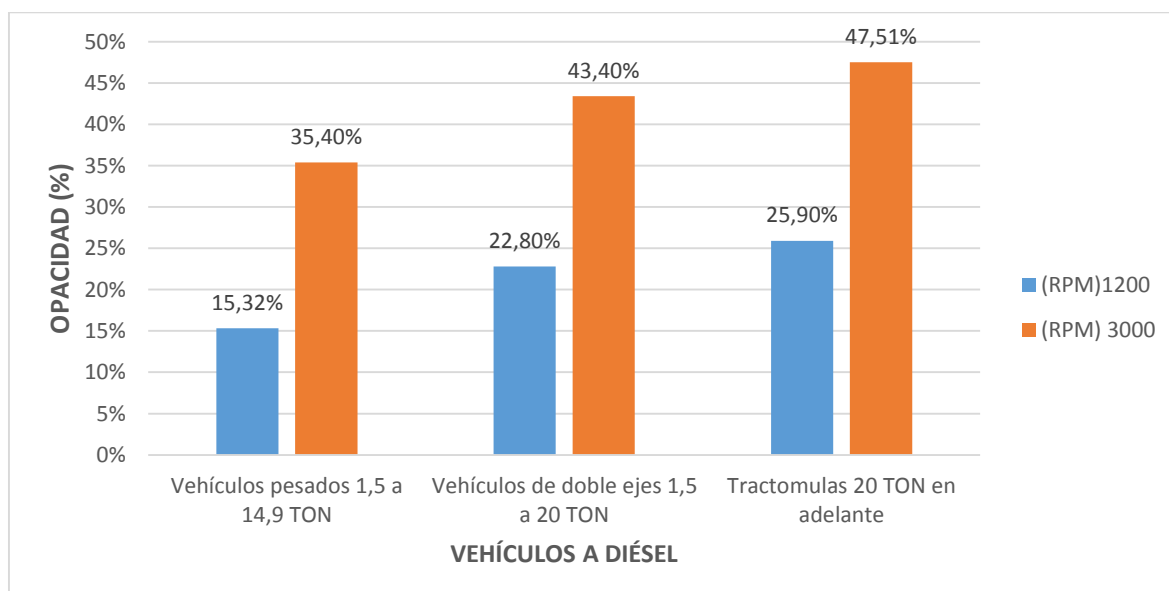
Tabla 15. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002

TIPOS DE VEHÍCULOS A DIESEL	VEHÍCULOS	OPACIDAD PROMEDIO	
		(RPM)1200	(RPM) 3000
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	30	15,32%	35,40%
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	35	22,80%	43,40%
Tractomulas 20 TON en adelante	23	25,90%	47,51%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 30. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

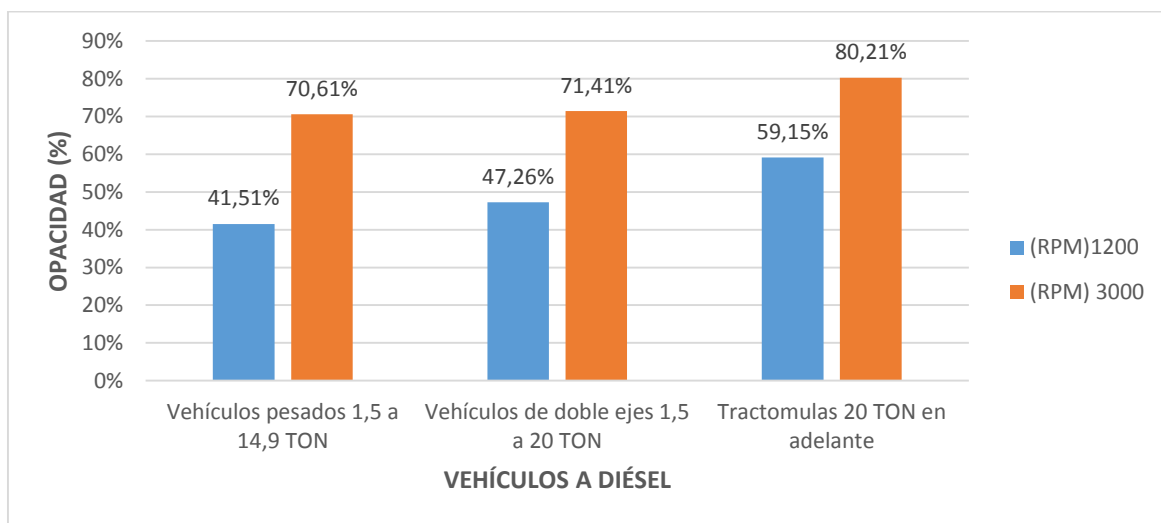
Tabla 16. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002

TIPOS DE VEHÍCULOS A DIESEL	VEHÍCULOS	OPACIDAD PROMEDIO	
		(RPM)1200	(RPM) 3000
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	14	41,51%	70,61%
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	4	47,26%	71,41%
Tractomulas 20 TON en adelante	5	59,15%	80,21%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 31. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 2000 en adelante que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

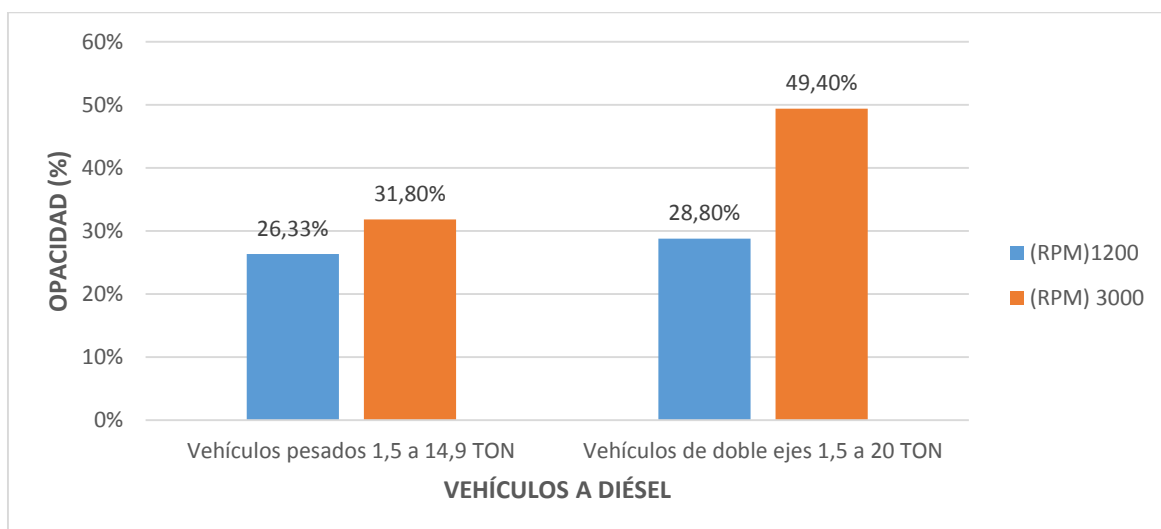
Tabla 17. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002

TIPOS DE VEHÍCULOS A DIESEL	VEHÍCULOS	OPACIDAD PROMEDIO	
		(RPM) 1200	(RPM) 3000
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	6	26,33%	31,80%
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	2	28,80%	49,40%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 32. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

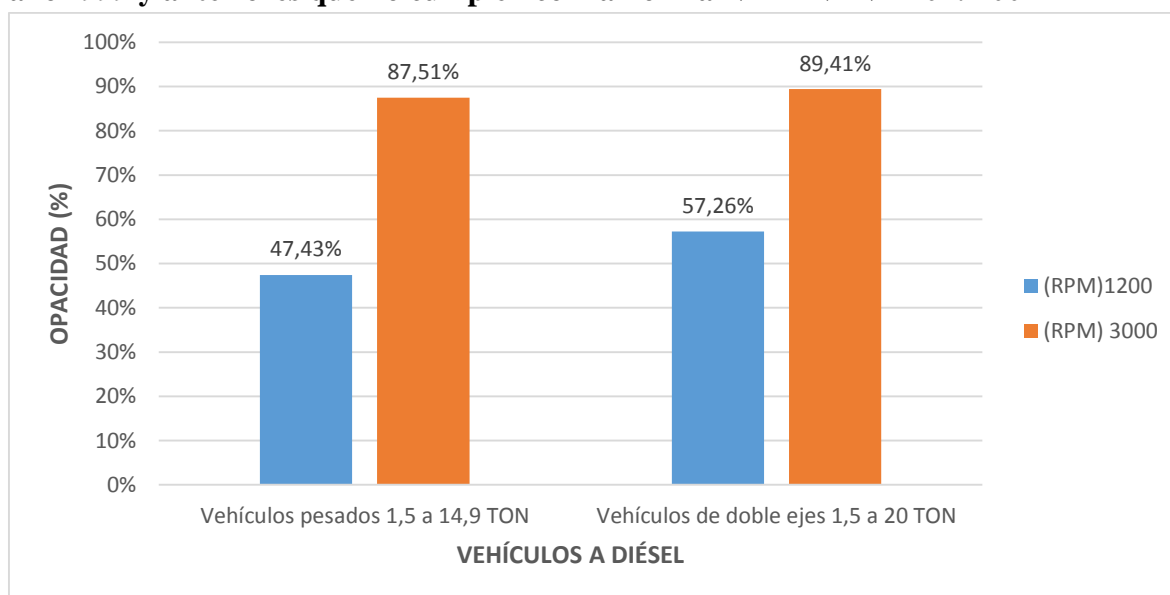
Tabla 18. Opacidad promedio de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002

TIPOS DE VEHÍCULOS A DIESEL	VEHÍCULOS	OPACIDAD PROMEDIO	
		(RPM)1200	(RPM) 3000
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON	14	47,43%	87,51%
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON	19	57,26%	89,41%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 33. Niveles promedios de opacidad de los vehículos que usan motor a diésel del año 1999 y anteriores que no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Según la tabla 15 y 16 se puede observar que los vehículos diésel del año 2000 en adelante la mayoría cumplen con la norma INEN 2 207: 2002, teniendo a los vehículos pesados de 1,5 a 14,9 TON un promedio mínimo de opacidad de 15,32% y 35,40% a 1200 RPM – 3000 RPM, y como promedio máximo de opacidad tenemos a las tractomulas sobrepasando los límites permisibles con el 59,15% y 80,21% a 1200 RPM – 3000 RPM.

Los vehículos del año 1999 y anteriores son los que tienen mayores promedios de opacidad excediendo el nivel permitido por las normas INEN 2 207: 2002, asimismo los vehículos que no cumplen con la norma son los vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON y vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON con una opacidad de (47,43% - 87,51%) y (57,26% - 89,41%) a 1200 RPM – 3000 RPM, en su mayor parte presentan desgastes en las toberas de los inyectores, problemas en las bombas de alimentación, falta de mantenimiento, y no cuentan con su respectivo convertidor catalítico, entre otros problemas.

4.1.4. Comparar los límites de emisiones de contaminantes producidos por vehículos a gasolina y diésel según las normas NTE INEN 2 207: 2002, NTE INEN 2 204: 2002, NTE INEN 136.

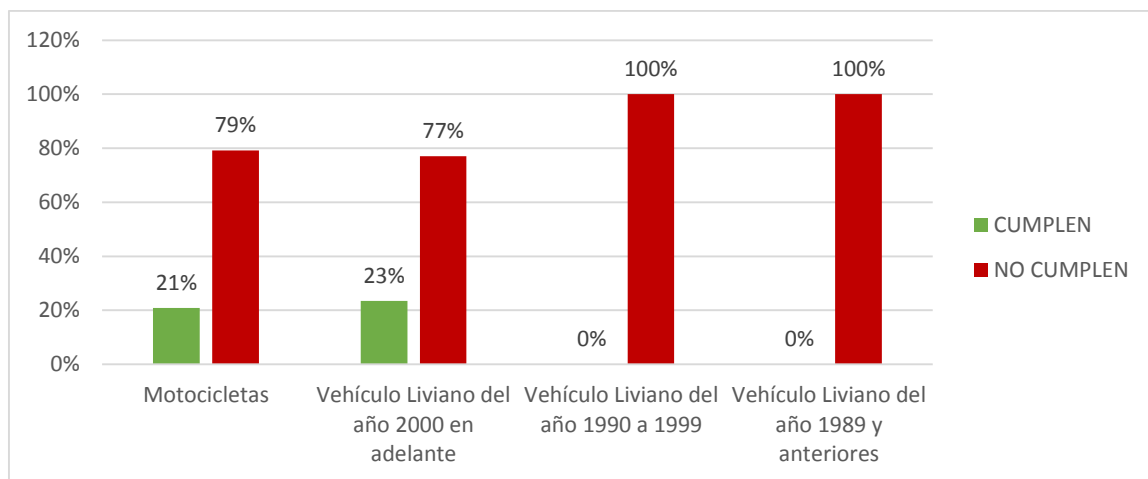
Tabla 19. Comparación de los límites de emisiones de contaminantes de vehículos a gasolina según la norma NTE INEN 2 204: 2002 y NTE INEN 136

VEHÍCULOS A GASOLINA	VEHÍCULOS	NTE INEN 2 204: 2002 NTE INEN 136	
		CUMPLEN	NO CUMPLEN
Motocicletas	72	21%	79%
Vehículo Liviano del año 2000 en adelante	81	23%	77%
Vehículo Liviano del año 1990 a 1999	33	0%	100%
Vehículo Liviano del año 1989 y anteriores	18	0%	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 34. Comparación de los límites de emisiones de contaminantes de vehículos a gasolina según la norma NTE INEN 2 204: 2002 y NTE INEN 136



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Por medio de la investigación se identificó que la mayor parte de los vehículos a gasolina no cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002 para los vehículos livianos y NTE INEN 136 para las motocicletas, en especial los vehículos livianos con fecha de fabricación inferior al año de 1990, mientras que sólo el 23% y 21% de este medio de transporte cumple con la norma dictaminada por el INEN, al ser vehículos del año 2015 en adelante estos vienen realizando los mantenimientos preventivos respectivos.

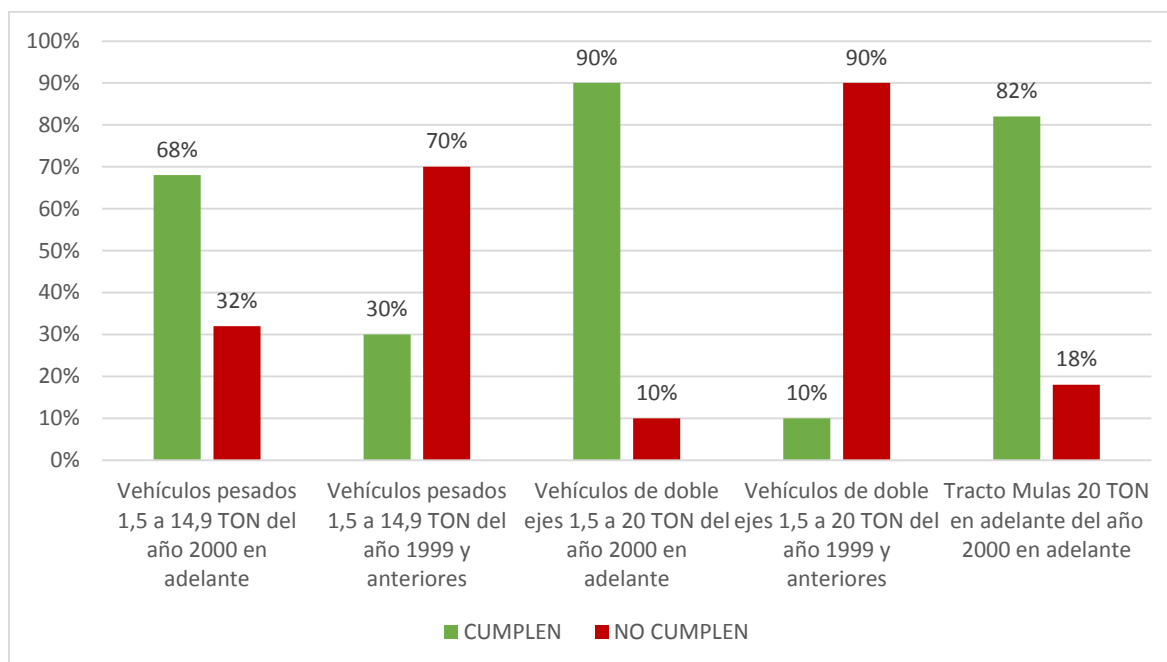
Tabla 20. Comparación de los límites de emisiones de vehículos a diésel según la norma INEN 2 207: 2002

VEHÍCULOS A DIESEL	VEHÍCULOS	NTE INEN 2 204: 2002 NTE INEN 136	
		CUMPLEN	NO CUMPLEN
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON del año 2000 en adelante	44	68%	32%
Vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON del año 1999 y anteriores	20	30%	70%
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON del año 2000 en adelante	39	90%	10%
Vehículos de doble ejes 1,5 a 20 TON del año 1999 y anteriores	21	10%	90%
Tracto Mulas 20 TON en adelante del año 2000 en adelante	28	82%	18%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Figura 35. Comparación de los límites de emisiones de vehículos a diésel según la norma INEN 2 207: 2002



Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Por el Autor

Mediante la investigación se identificó que los vehículos que usan motor diésel del año 2000 en adelante la mayor parte cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002, en especial los vehículos de doble ejes de 1,5 a 20 TON, mientras que los vehículos inferiores al año 1999 no cumplieron con la norma mencionada, siendo los vehículos pesados 1,5 a 14,9 TON y de doble ejes 1,5 a 20 TON con el 90% y el 70%.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Por medio del medidor de partículas BTMETER BT-5800D se identificó que en el sector “El Guayacán”, se tiene niveles de contaminación de material particulado muy superior al de otros puntos de análisis, presentando los valores de PM_{2,5} y PM₁₀ de 27,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 32,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. A pesar de que el parque automotor local presenta un índice de crecimiento inferior al de las grandes ciudades del Ecuador, el actual nivel de material particulado conlleva a concientizar a directivos en tomar acciones inmediatas para reducir la afectación a personas sensibles.
- ✓ Según el índice de calidad del aire en la ciudad de Quevedo se encuentra en una categoría moderada con un valor máximo en el punto de análisis “El Guayacán” de 74,59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el parámetro PM_{2,5} y 29,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el parámetro PM₁₀.
- ✓ Según los datos obtenidos por la Dirección de Transito QUEVIAL se identificó la clasificación de los diferentes vehículos que circulan en el cantón Quevedo tales como: motocicletas, vehículo liviano, vehículos pesados, vehículos de doble eje y tractomulas; de los cuales hasta el año 2018 existen matriculados 19.431 vehículos.
- ✓ Los vehículos a diésel fabricados antes del año 1999 son los mayores contaminantes del aire para el caso de 1,5 a 14,9 TON, presentando una opacidad promedio del 47,43% a 1200RPM y 87,51% a 3000RPM, mientras que los de doble eje 1,5 a 20 TON muestran un valor de 57,26% a 1200RPM y 89,41% a 3000RPM, esto fue debido a la falta de catalizadores y por tanto no cumplen con la norma NTE INEN 2 207: 2002. Además la mayor parte de los vehículos que usan motor a gasolina no cumplen con la norma NTE INEN 2 204: 2002 para vehículos livianos y NTE INEN 136 para motocicletas.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Con el fin de reducir los índices de contaminación por gases de combustión, se recomienda a los usuarios de vehículos a diésel o gasolina, aplicar de manera continua programas de mantenimiento preventivo y crear cultura de mantener los sistemas de reducción de emisiones o contaminantes implementados por el fabricante como son: catalizadores, sistema de recirculación de gases, y control evaporativo de gases.
- ✓ Crear un centro de revisión vehicular que disponga de los equipos apropiados para el control de las emisiones de gases contaminantes de los vehículos de combustión interna.
- ✓ Implementar normas en los centros de revisión vehicular que obliguen a los usuarios de vehículos que circulan en el cantón Quevedo, matricularlos siguiendo lo señalado en el Reglamento de procedimientos y requisitos para la matriculación, a fin de evitar malas prácticas de matriculación.
- ✓ Ampliar el estudio de investigación en la población de vehículos que presenten características más precisas sobre el tipo de carga (vehículos: livianos, pesados y extrapesados), año de fabricación y uso de combustibles (gasolina y diésel), con el fin de obtener información más exacta y que pudiera contribuir a la toma de decisiones sobre optimizar la afectación de la problemática planteada.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Organización Panamericana de la Salud, Evaluación de los Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de América Latina y el Caribe, Washington, 2005.
- [2] Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008, Quito - Ecuador: Esilec, 2008.
- [3] D. A. Estrada Paneque, D. M. Gallo González¹ y D. E. Nuñez Arroyo, «CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, SU INFLUENCIA EN EL SER HUMANO, EN ESPECIAL: EL SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO,» *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos* /, vol. 8, n° 2, p. 86, 2016.
- [4] J. M. D. Cerdeira, Conceptos de combustión y combustible, Madrid: Dirección General de Industria Energía y Minas, 2013.
- [5] R. Garcia, Teoría de la Combustión, 2001.
- [6] M. A. C. MORALES, ANÁLISIS DE EMISIONES DE VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN CICLOS DE CONDUCCIÓN ESPECÍFICOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, Santiago de Chile: Universidad de Chile , 2011.
- [7] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Lección 7. Fuentes de contaminantes atmosféricos: Fuentes móviles, fijas, puntuales y de área., Colombia, 2012.
- [8] R. Bosch, Manual de la Técnica del automóvil, Alemania: Reverté, 2005.
- [9] C. Acevedo, Determinación experimental de factores de emisión en vehículos pesados de transporte público, Chile, 2007.
- [10] C. ACEVEDO, Determinación experimental de factores de emisión en vehículos pesados de transporte público, Chile, 2007.
- [11] Aficionados a la Mecánica, «Gases de Escape y Sistemas Anticontaminación,» Dani meganeboy, 5 Septiembre 2014. [En línea]. Available:

<http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm>. [Último acceso: 29 12 2018].

- [12] J. M. CARNICER, Módulo I: Contaminación Ambiental, España: EOI, 2008.
- [13] NTE INEN, GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE, Quito - Ecuador: Registro Oficial No. 248, 2004.
- [14] J. Halderman y J. Linder, Fuel and emissions control systems, 2011.
- [15] Payri y Desantes, Motores de combustión interna alternativos, Valencia: Reverté, 2011.
- [16] Kane International, Manual de Usuario AUTOplus Analizador de Gases de Automotrices, España: Kane International Ltd , Diciembre 2013.
- [17] V. D. Suarez, «Calidad del Aire en Quito Informe Anual 2015,» IAMQ/16, Quito, 2016.
- [18] MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Protocolo para Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire - Manual de operaciones de vigilancia de la Calidad del Aire, Bogotá, 2010, pp. 137-138.
- [19] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Índice de calidad del aire (ICA), Bogotá , 2010.
- [20] AliExpress, «AliExpress BT-5800D aire de partículas de PM2.5 PM10 medidor Pro partículas,» 2019. [En línea]. Available: https://es.aliexpress.com/item/BT-5800D-aire-de-part-culas-de-PM2-5-PM10-medidor-Pro-part-culas-Detector-de/32977453091.html?aff_platform=aaf&cpt=1559791402048&onelink_item_from=32977453091&onelink_thrd=0.0&onelink_page_from=ITEM_DETAIL&onelink_item_to=32. [Último acceso: 23 4 2019].

- [21] Norma NTE INEN 2 204:2002, Gestion Ambiental. Aire. Vehiculos Automotores. Limites permitidos de emisiones producidos por fuentes moviles terrestres de gasolina, Quito - Ecuador, 2009.
- [22] NTE INEN 2 207:2002, Gestion Ambiental. Aire. Vehiculos Automotores Limites Permitidos de Emisiones producidas por fuentes moviles terrestres de diesel, Quito - -Ecuador, 2009.
- [23] Instituto Ecuatoriano de Normalizaciòn , Reglamento Tècnico Ecuatoriano RTE INEN 136 Resolucciòn No. 14 456, Quito - Ecuador: Registro Oficial, 2014.
- [24] Ley de Gestion Ambiental, Registro Oficial Suplemento 418, Quito - Ecuador: Esilec, 2004.
- [25] Ley Orgànica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Registro Oficial Suplemento 398 de 07-ago.-2008, Quito - Ecuador: Esilec, 2013.
- [26] O. B. Avila, ESTADISTICA BASICA PRACTICA, Quevedo - Ecuador, 2009.
- [27] N. G. V., Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después, Santiago de Chile: CEPAL, 2006.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Proforma para medir la Calidad del Aire (Material Particulado)



PROFORMA 2019-077

Cliente: LUIS CHAVEZ
RUC: 1718565409
Dirección: Quevedo

Fecha: 19/03/2019
Teléfono: 09789333836
Correo electrónico: letrop33@gmail.com

Contacto: ---

La presente proforma ha sido realizada de acuerdo al requerimiento del cliente. Agradecemos el contacto y nos ponemos a su total disposición para cualquier aclaración adicional.

ÍTEM 1. CALIDAD DE AIRE (MATERIAL PARTICULADO)

PARAMETRO	METODO/REFERENCIA	TECNICA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
PM 2.5	40 CODE OF FEDERAL REGULATIONS, PARTS 50 (APPENDIX L, J, 53 Y 58)	GRAVIMETRIA (Medición por 24 horas)	mg/m ³	9	5550,00
PM 10					
SUBTOTAL					5550,00
IVA 12%					666,00
TOTAL					6216,00

Alcance del laboratorio SAE LEN 18-040

^s Parámetros subcontratado a un laboratorio acreditado

* Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE.

Nota:

Validez de la proforma: 60 días a partir de la fecha de emisión.

Forma y condiciones de pago: Cheque/Transferencia bancaria/ Efectivo, Adelanto del 10% 1 día antes de realizar las mediciones, 25% al iniciar las mediciones, 25% al terminar las mediciones y 40% contra entrega del informe.

Plazo de entrega: 8 días hábiles

Datos para retenciones y pagos mediante transferencia:

RUC: 1792756782001 / Razón Social: Environovalab Cia. Ltda. / Teléfono: 5142747 / Dirección: Diego de Vásquez N74-65 y Prados del Oeste.
Cuenta Corriente Produbanco 02005230736

Estimado Cliente solicitamos la aprobación de la proforma se realice de mediante un email indicando los siguientes datos para la emisión de la factura:

Razón Social / RUC / Teléfono / Dirección / Ciudad / Barrio / Nombre de la persona encargada de recibir la factura

Atentamente,

Miryan Flores
Director de Calidad

Anexo 2. Solicitud sobre el inventario de los niveles de contaminación al aire



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
TELF. : (593-05) 2750320 - 2751430 - 2753302
FAX. : (593-05) 2753300 - 2753303
CASILLAS: Guayaquil: 10672 - Quevedo: 73
Campus "Manuel Haz
Álvarez", Km. 1 ½ vía a Santo Domingo
abernal@uteq.edu.ec | www.uteq.edu.ec
Ecuador

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Quevedo, Enero, 2019

Ingeniero Com.
Javier Valle Vera
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE LOS RÍOS
Presente

Deseándole los mejores éxitos en sus delicadas funciones en este nuevo año, el suscrito, Docente Investigador en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y conocedores de su espíritu de colaboración en el desarrollo de temas de investigación que nos beneficia de manera mutua, tiene a bien exponer y solicitar a usted lo que a continuación se detalla.

A fin de poder realizar Trabajos de Titulación con los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica, se requiere de la información digital o copia impresa relacionada con el inventario de los niveles de contaminación al aire debido al uso de combustibles fósiles por el parque automotor que regularmente circulan en el Cantón Quevedo desde el año 2014 hasta el año 2018 en la Dependencia que usted dignamente dirige, por lo que se solicita de manera atenta se gestione ante la persona indicada se nos permita obtener la información en referencia.

En espera de la cordial acogida que diera al presente pedido le expreso mi sentimiento de consideración y estima.

Atentamente,

Ing. Omar Cevallos Muñoz
DOCENTE INVESTIGADOR
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CI 1201479357
Email ocevallos@uteq.edu.ec
Cel 0982067366

C. Coordinador Carrera Ing. Mecánica, Archivo



MINISTERIO DEL AMBIENTE

Documento No. : MAE-UAFLR-DPALR-2019-0050-E
Fecha : 2019-01-09 14:01:38 GMT -05
Recibido por : Diana Mercedes Barrionuevo Melo
Para verificar el estado de su documento ingrese a
<https://www.gestiondocumental.gob.ec>
con el usuario: "1201479357"

(052) 757-445
758-949

Anexo 3. Solicitud sobre los vehículos automotores matriculados por categorías desde año 2014 hasta el año 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

TELF. : (593-05) 2750320 - 2751430 - 2753302

FAX. : (593-05) 2753300 - 2753303

CASILLAS: Guayaquil: 10672 - Quevedo: 73

Campus "Manuel Haz Álvarez",

Domingo

abernal@uteq.edu.ec | www.uteq.edu.ec

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Quevedo, Enero, 2019

Ingeniero
Patricio Gallo
JEFE AGENCIA MUNICIPAL DE TRANSITO—QUEVEDO
En su despacho.

Deseándole los mejores éxitos en sus delicadas funciones en este nuevo año, el suscrito, Docente Investigador en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y conocedores de su espíritu de colaboración en el desarrollo de temas de investigación que nos beneficia de manera mutua, tiene a bien exponer y solicitar a usted lo que a continuación se detalla.

A fin de poder realizar Trabajos de Titulación con los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica, se requiere de la información digital o copia impresa relacionada con el número de vehículos automotores matriculados por categoría livianos y pesados (o como ustedes lo consideren) desde el año 2014 hasta el año 2018 en la Dependencia que usted dignamente dirige, por lo que se solicita de manera atenta se gestione ante la persona indicada se nos permita obtener la información en referencia.

En espera de la cordial acogida que diera al presente pedido le expreso mi sentimiento de consideración y estima.

Atentamente,

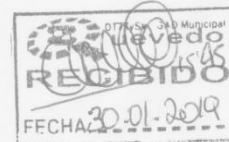
Ing. Omar Cevallos Muñoz
DOCENTE INVESTIGADOR
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

CI 1201479357

Email ocevallos@uteq.edu.ec

Cel 0982067366

C. Coordinador Carrera Ing. Mecánica, Archivo



Anexo 4. Reporte de Vehículos Matriculados del año 2016 – 2017 - 2018



Oficio N°0116-DTTTySV-GAD-Q-2019

Quevedo 08 de Febrero del 2019

Ing.

Omar Cevallos Muñoz
DOCENTE INVESTIGADOR CARRERA DE INGENIERIA MECANICA
Presente.-

En sus despachos:

Reciba un atento saludo de parte de la Dirección de Transito QUEVIAL EP, en respuesta a su oficio s/n de fecha 30 de Enero del 2019, en lo que solicita información digital o copias impresas relacionadas con el número de vehículos automotores matriculados por categoría liviano y pesado, debo indicar a usted que solo poseemos información de los años 2016-2017-2018. Para lo cual adjunto copias del mismo.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,



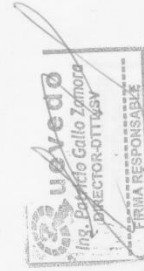
Ing. Patricio Gallo Zamora
Director de Tránsito QUEVIAL EP

Av. San Rafael y Walter Andrade
Telfs: 052762539 - 052757672



REPORTE DE VEHICULOS MATRICULADOS EN EL AÑO 2016

TIPO DE VEHICULO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
MOTOCICLETAS	1380	1526	1592	1699	1578	1321	1378	1347	685	12506
VEHICULO LIVIANO	905	1118	1147	951	1054	802	763	749	419	7908
VEHICULO PESADO 1.5 A 14.9 TON.	213	251	244	209	197	192	169	158	102	1735
VEHICULO DOBLE EJE 15,0 A 20 TON	18	21	17	15	7	9	12	9	2	110
TRACTOMULAS 20 TON. EN ADELANTE	4	6	2	6	4	3	5	3	1	34
TOTAL MENSUAL	2520	2922	3002	2880	2840	2327	2327	2266	1209	22.293





REPORTE DE VEHICULOS MATRICULADOS EN EL AÑO 2017

TIPO DE VEHICULO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
MOTOCICLETAS	440	1311	1605	1371	1676	1604	1768	1593	1339	1379	1355	748	16189
VEHICULO LIVIANO	348	843	1108	915	1148	1149	952	1052	801	764	751	404	10235
VEHICULO PESADO 1.5 A 14.9 TON.	130	272	330	215	253	245	208	199	193	171	165	92	2473
VEHICULO DOBLE EJE 15,0 A 20 TON	9	16	20	17	22	19	18	6	12	15	10	4	168
TRACTOMULAS 20 TON. EN ADELANTE	2	20	7	5	8	3	7	5	4	7	6	2	76
TOTAL MENSUAL	929	2462	3070	2523	3107	3020	2953	2855	2349	2336	2287	1250	29.141



 Ing. Práctico Gallo Zamora

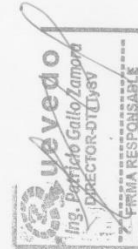
 DIRECTOR-ByTYSU

 FIRMA RESPONSABLE

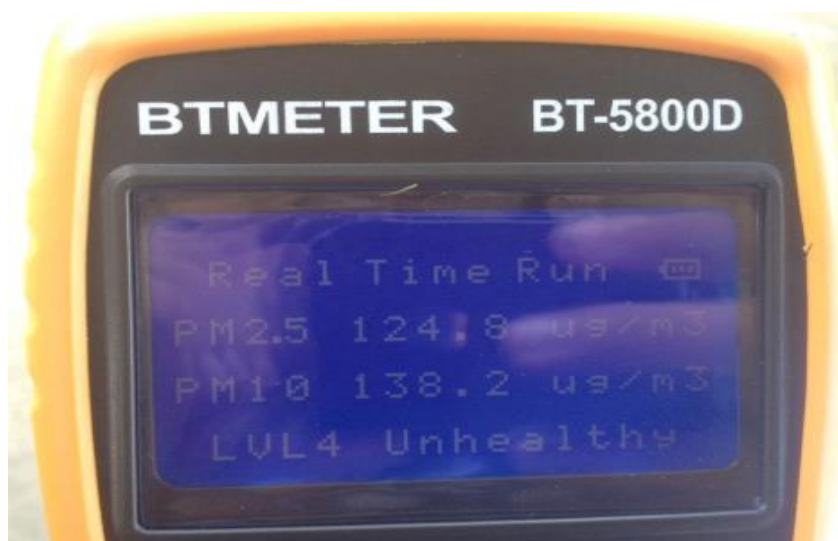


REPORTE DE VEHICULOS MATRICULADOS EN EL AÑO 2018

TIPO DE VEHICULOS	ENE	FEB	MARZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTALES
MOTOCICLETAS	448	1180	1380	1411	1553	1307	1072	823	1071	1385	13	11	10101
VEHICULO LIVIANO	367	723	1011	1036	1098	957	916	235	744	885	39	13	6926
VEHICULO PESADO 1.5 a 14.9 TON	88	185	215	243	283	203	194	30	16	184	14	2	1374
VEHICULO DOBLE EJE 15. a 20 TON	24	21	23	12	22	15	13	12	17	14	0	0	151
TRACTO MULAS 20 TON EN ADELANTE	1	6	9	13	5	9	8	823	5	5	0	0	879
TOTAL													19431



Anexo 5. Tomas de las muestras del material particulado PM2,5 y PM10



Anexo 6. Medición de los gases contaminantes de los vehículos a gasolina y diésel



