



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL
PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ
EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL
PERÍODO 2018 – 2019”**

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

Autor:

Rodriguez Castro Jason Cristhian

Tutor:

Ing. Daza Guerra Oscar René Mg.

Latacunga – Ecuador

Agosto – 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Rodríguez Castro Jason Cristhian declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2018 – 2019”, siendo el Ing. Oscar René Daza Guerra Mg. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....
Rodríguez Castro Jason Cristhian
C.I. 0502922115

.....
Ing. Oscar René Daza Guerra Mg.
C.I. 0400689790

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **RODRÍGUEZ CASTRO JASON CRISTHIAN**, identificada/o con C.C. N° **0502922115** de estado civil soltero y con domicilio en Machachi, cantón Mejía, provincia de Pichincha, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2018 – 2019” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. – Septiembre 2014 – Agosto 2019

Aprobación HCD. - 04 de abril del 2019

Tutor. - Ing. Oscar René Daza Guerra Mg.

Tema: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2018 – 2019”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 04 días del mes de abril del 2019.

Rodríguez Castro Jason Cristhian
EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2018 – 2019”, de Rodríguez Castro Jason Cristhian, de la carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 23 de Julio del 2019

Firma

TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Oscar René Daza Guerra Mg.

CC: 0400689790

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente; por cuanto, los postulantes: **RODRIGUEZ CASTRO JASON CRISTHIAN**, identificado con C.C. N° **050292211-5**, con el proyecto de investigación, cuyo título es: **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2018 – 2019”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Sustentación** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 24 de julio de 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
MSc. Patricio Clavijo Mg.
CC: 050144458-2

Lector 2(Secretario)
Ing. Cristian Lozano Mg
CC: 060360931-4

Lector 3 (Opositor)
Ing. Vladimir Ortiz Mg.
CC: 050218845-1

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi familia en especial a mis Padres Ramiro Amaguaña y Janeth Guanochanga que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual forma, agradezco a mis Ingenieros que me han visto crecer como persona y que gracias a sus consejos y enseñanzas hoy puedo culminar esta investigación por la cual puedo sentirme dichoso y contento.

Y por supuesto a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Jason Cristhian Rodriguez Castro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis Padres Ramiro y Janeth, por su amor, trabajo, por la confianza depositada y el sacrificio en todos estos años y hacer de mí una persona de bien, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mis abuelitos que han sido el apoyo fundamental para lograr mis objetivos y que con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron a seguir hacia adelante y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis tías Mery y Marcia porque siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, me han enseñado a luchar, a seguir adelante a pesar de las adversidades y nunca me han dejada desvanecer y en especial porque han permanecido conmigo en cada etapa de mi vida muchas gracias a ustedes.

A Karolina porque siempre ha estado a mi lado apoyándome a través de sus consejos, de su amor y paciencia me ayudo a concluir esta meta y estar conmigo en los buenos y malos momentos.

Jason Cristhian Rodriguez Castro

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE PM 2.5 Y PM 10 EN LA PARROQUIA LA MATRIZ EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2018 – 2019.”

Autor: Rodriguez Castro Jason Cristhian

RESUMEN

La presente investigación acerca de la contaminación del aire por material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ generado por actividades antrópicas en la zona y apoyados de la caracterización de los puntos de muestreo se realizó en dos sectores del cantón Latacunga, en la plaza Rafael Cajiao denominada también plaza El Salto y en la Plaza de San Agustín, con el objetivo de evaluar la concentración de material particulado de PM 2,5 y PM 10. La metodología aplicada en la investigación fue el muestreo probabilístico en cada zona delimitada para la obtención de datos utilizando el equipo E-BAM. Al realizar un diagnóstico de la situación inicial de cada localidad, se caracterizó cada área y se determinó los puntos de monitoreo, se observó e identificó que la generación de material particulado está relacionado principalmente con la circulación vehicular y factores naturales existentes en el área, con el equipo se procedió a tomar datos 24 horas continuas a partir de las 15h00 pm del 15 de mayo hasta las 14H00 pm del 16 de mayo del presente año para el primer sector, mientras que desde las 15H00 pm del 16 de mayo hasta las 14H00 pm del 17 de mayo se procedió al monitoreo en el segundo sector. Según la Normativa EPA-450/4-87-007 de mayo de 1987 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la Prevención del Deterioro Ambiental, una vez realizado el respectivo monitoreo se obtuvo la base de datos y se procedió a comparar con la Normativa Ecuatoriana, El libro VI Anexo 4, la que manifiesta sobre los límites permisibles de las emisiones del material particulado para PM_{10} con un valor 100 ug/m^3 y para $PM_{2.5}$ es 50 ug/m^3 . En el Sector de la plaza El Salto se encontró que las 14h00 pm es la hora pico donde el material particulado PM_{10} se encuentra en mayor cantidad con 79 ug/m^3 y los picos siguientes son a las 19h00 pm con 22 ug/m^3 y 20h00 pm con 24 ug/m^3 obteniendo un promedio de $13,17 \text{ ug/m}^3$; para el material particulado $PM_{2,5}$ se encontró que el pico más alto fue a la 21h00 pm con 15 ug/m^3 , los picos siguientes fueron a las 18h00 pm con 12 ug/m^3 y 19h00 pm con 14 ug/m^3 con un promedio de $6,47 \text{ ug/m}^3$. En la localidad de la plaza de San Agustín los valores obtenidos para el material particulado PM_{10} el pico más alto fue a las 7h00 am con 24 ug/m^3 , los siguientes picos fueron a las 24h00 pm con 23 ug/m^3 y 10h00 am con 22 ug/m^3 con un promedio de $14,13 \text{ ug/m}^3$. Para el material particulado $PM_{2,5}$ el horario con mayor contaminación fue a las 01h00 am con 27 ug/m^3 , le sigue 20h00 pm con 24 ug/m^3 , y 07h00 am con 22 ug/m^3 se obtuvo un promedio de $14,60 \text{ ug/m}^3$. Al comparar con la Normativa Legal se observa que se cumple con la misma. En las dos localidades se observa que existe mayor contaminación en la localidad de la plaza de San Agustín con promedios de PM_{10} con $14,13 \text{ ug/m}^3$ y $PM_{2,5}$ con $14,60 \text{ ug/m}^3$. Se concluye que los valores obtenidos en cada una de las localidades muestreadas son menores para PM_{10} (100 ug/m^3) y $PM_{2,5}$ (50 ug/m^3) cumpliendo con la Normativa Ecuatoriana TULSMA.

Palabras clave: E – BAM, material particulado, PM_{10} , $PM_{2,5}$, TULSMA

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: “EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF PARTICULATED MATERIAL OF PM 2.5 AND PM 10 IN THE PARISH LA MATRIZ IN THE CANTÓN LATACUNGA, PROVINCE OF COTOPAXI IN THE PERIOD 2018 - 2019.”

Author: Rodriguez Castro Jason Cristhian

ABSTRACT

The present

This research is over air pollution by PM10 and PM2.5 particulate material generated by anthropic activities in the area and supported by the characterization of sampling points, it was carried out in two sectors of the Latacunga canton, in Rafael Cajiao square also known as El Salto square and in the Plaza de San Agustín, with the objective to evaluate particulate matter concentration of PM 2.5 and PM 10. The methodology applied in the investigation was the probabilistic sampling in each delimited area to obtain data using the E-BAM team. Making a diagnosis of the initial situation of both places, each area was characterized and monitoring points were determined and observed also it was identified that the generation of particulate material is related to vehicular circulation and natural factors in the area, the team proceeded to take continuous 24-hour data from 3:00 p.m. on May 15 until 2:00 p.m. on May 16 of this year for the first sector, while from 3:00 p.m. on May 16 until 2:00 p.m. On May 17, the second sector was monitored. According to EPA-450 / 4-87-007 of May 1987 about Guidelines for Environmental Monitoring for Prevention of Environmental Deterioration, once the respective monitoring was carried out, the database was obtained and compared with Ecuadorian Regulations, Book VI Annex 4, which tells about the permissible limits of emissions of particulate matter for PM10 with a value of 100 ug / m³ and for PM2.5 is 50 ug / m³. In the Sector of El Salto square was found that 2:00 pm is the peak hour where PM10 particulate material is in greater quantity with 79 ug / m³ and the following peaks are at 7:00 pm with 22 ug / m³ and 8:00 pm with 24 ug / m³ obtaining an average of 13.17 ug / m³; for the PM2.5 particulate material, the highest peak was found at 9:00 p.m. with 15 ug / m³, the following peaks were at 6:00 p.m. with 12 ug / m³ and 7:00 p.m. with 14 ug / m³ with an average of 6.47ug / m³. In the town of San Agustín Square, the obtained values for PM10 particulate material, the highest peak was at 7:00 am with 24 ug / m³, the following peaks were at 24h00 pm with 23 ug / m³ and 10h00 am with 22 ug / m³ with an average of 14,13 ug / m³. For PM2.5 particulate material, the schedule with the highest pollution was at 01:00 am with 27 ug / m³, followed by 20h00 pm with 24 ug / m³, and 07h00 am with 22 ug / m³ an average of 14.60 ug / was obtained. m³. Comparing with the Legal Regulations is observed that in both locations there is great pollution in San Agustín square with averages of PM10 with 14.13 ug / m³ and PM2.5 with 14.60 ug / m³. It is concluded that the values obtained in each of the sampled locations are lower than PM10 (100 ug / m³) and PM2.5 (50 ug / m³) complying with the TULSMA Ecuadorian Regulations.

Keywords: E – BAM, particulate material, PM10, PM2,5, TULSMA,

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	V
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE	XI
INDICE TABLAS	XIV
INDICE DE FIGURAS	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
5. OBJETIVOS	5
5.1 GENERAL.....	5
5.2 ESPECÍFICOS	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
7.1 EL AIRE.....	7
7.1.1 <i>Composición del aire</i>	7
7.1.2 <i>Calidad del aire</i>	7
7.1.3 <i>Contaminación del aire</i>	8
7.2 GENERALIDADES DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	9
7.3 CONTAMINANTES DEL AIRE	9

7.3.1	<i>Partículas Suspendidas</i>	9
7.3.2	<i>Material Particulado (PM)</i>	10
7.3.3	<i>Clasificación de las partículas en base a su diámetro</i>	11
7.3.4	<i>Clasificación de las partículas según su fuente</i>	11
7.4	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y LA SALUD: PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	12
7.5	EFFECTOS DE LOS PM _{2,5} – PM ₁₀ SOBRE LA SALUD	13
7.6	EFFECTOS DEL MATERIAL PARTICULADO SOBRE EL MEDIOAMBIENTE.....	14
7.6.1	<i>Deterioro en la visibilidad</i>	14
7.6.2	<i>Daño ambiental</i>	14
7.6.3	<i>Daño sobre materiales</i>	14
7.7	EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA MEDICIÓN	15
7.7.1	<i>Descripción del E-BAM</i>	15
7.8	MARCO LEGAL	15
7.8.1	<i>Guía de la calidad del aire de la organización Mundial de la Salud 2005</i>	15
7.8.2	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	17
7.8.3	<i>Código Orgánico Ambiental</i>	17
7.8.4	<i>Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)</i>	18
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	21
9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
9.1	LÍNEA BASE.....	22
9.1.1	<i>Componente Abiótico</i>	22
9.1.2	<i>Componente Biótico</i>	23
9.1.3	<i>Componente Social</i>	24
9.2	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
9.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
9.3.1	<i>Investigación descriptiva</i>	26
9.3.2	<i>Revisión bibliográfica</i>	26
9.3.3	<i>Investigación de campo</i>	26
9.4	MÉTODO.....	26
9.4.1	<i>Método Inductivo</i>	26
9.5	TÉCNICAS	27
9.5.1	<i>Observación directa</i>	27

9.5.2	Monitoreo mediante el uso del equipo E - BAM	27
9.5.3	Análisis de datos.....	27
9.5.4	Fichaje	28
9.5.5	Instrumentos.....	28
9.6	METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO Y ANÁLISIS DE ACUERDO A LA NORMA AMBIENTAL VIGENTE	28
9.6.1.	E-BAM.....	29
9.7	DISEÑO NO EXPERIMENTAL	30
9.7.1	Media.....	30
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	31
10.1	MONITOREO DEL MATERIAL PARTICULADO PM ₁₀ Y PM _{2,5} PLAZOLETA EL SALTO.....	31
10.2	MONITOREO DEL MATERIAL PARTICULADO PM ₁₀ Y PM _{2,5} PLAZOLETA SAN AGUSTÍN 33	
10.3	COMPARACIÓN DEL MONITOREO PROMEDIO EN LAS LOCALIDADES DE MUESTREO	35
10.4	ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL DE CONTAMINANTES DEL MATERIAL PARTICULADO PM ₁₀ Y PM _{2,5}	36
10.5	PROPUESTA DE MEDIDAS AMBIENTALES DE MITIGACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO 37	
11.	IMPACTOS.....	40
11.1	SOCIAL	40
11.2	AMBIENTAL	40
12.	PRESUPUESTO	41
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
13.1	CONCLUSIONES	42
13.2	RECOMENDACIONES	42
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	43
15.	ANEXOS.....	1

INDICE TABLAS

Tabla 1. Beneficiario Directos e Indirectos del Proyecto de Investigación.....	2
Tabla 2. Composición del aire	7
Tabla 3. Guías de calidad de aire	16
Tabla 4. Estándares establecidos por la Legislación Ecuatoriana (TULSMA).....	20
Tabla 5. Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire	20
Tabla 6. Descripción de los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire	20
Tabla 7. Datos meteorológicos de la parroquia La Matriz - Latacunga	23
Tabla 8. Valores obtenidos en los monitoreos de material particulado.....	27
Tabla 9. Estándares establecidos por la Legislación Ecuatoriana (TULSMA).....	28
Tabla 10. Datos para la comparación con la Normativa Ecuatoriana Tulsma.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	25
Figura 2. Mapa Georreferenciado Plazoleta el Salto	31
Figura 3. Datos del Material Particulado PM ₁₀ (24 HORAS) en la Plazoleta El Salto	32
Figura 4. Datos del Material Particulado PM _{2.5} (24 HORAS) en la Plazoleta El Salto.....	32
Figura 5. Mapa Georreferenciado Plazoleta San Agustín.....	33
Figura 6. Datos del Material Particulado PM ₁₀ (24 HORAS) en la Plazoleta de San Agustín.....	34
Figura 7. Datos del Material Particulado PM _{2.5} (24 HORAS) en la Plazoleta de San Agustín.....	34
Figura 8. Datos de comparación entre las localidades monitoreadas.....	35
Figura 9. Porcentajes de Material Particulado monitoreado en cada una de las localidades ...	36

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación sobre la evaluación de la concentración del material particulado en el aire se enfoca directamente a los problemas que presenta la parroquia La Matriz al conocer su crecimiento industrial y poblacional, el mismo trae consigo el aumento de emisiones a la atmósfera, presentados por las industrias de fuentes móviles (Automotores pesados y livianos) y fuentes fijas (Industria bloqueras). El objetivo de la presente investigación es analizar las concentraciones de Material Particulado de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en fuentes móviles y fuentes fijas para realizar evaluación parcial de la calidad del aire y cual tiene mayores probabilidades de afectación a los moradores por la contaminación. Se va a utilizar la metodología de muestreo y el método inductivo en diferentes puntos con el monitor de alto caudal por medio para medir la contaminación atmosférica del ambiente en la parroquia La Matriz, sector El Salto y San Agustín y su respectiva comparación con la normativa vigente (TULSMA).

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar la concentración del material particulado $PM_{2.5}$ Y PM_{10} en la parroquia La Matriz debido a que en este sector existe una gran cantidad de tránsito de vehículos pesados y livianos; por ende, estas partículas afectan a la salud de las personas en especial al sistema respiratorio debido al deterioro de la calidad del aire.

La contaminación del aire es un problema que afrontan muchas ciudades del mundo. Se caracteriza como la conglomeración de distintas sustancias presentes en la atmósfera emitidos en mayor medida por industrias y vehículos automotores. La preocupación sobre los efectos que la contaminación del aire tiene sobre la salud no es un tema nuevo; por el contrario, se ha debatido durante varias décadas. En la segunda mitad del siglo XX, diversos estudios encontraron que altos niveles de contaminación del aire, como consecuencia de grandes emisiones de gases relacionados con el consumo de combustibles fósiles, causan problemas de salud pública asociados a enfermedades respiratorias

La presencia en la atmósfera de este contaminante ocasiona variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz. Además, la presencia del material particulado está asociada con el incremento del riesgo de muerte por causas cardiopulmonares.

En la actualidad la calidad de aire ha tenido grandes problemas de contaminación por la gran cantidad de emisiones hacia la atmósfera, originadas por empresas o fuentes móviles, razón por la cual se realizó este proyecto con el fin de conocer las concentraciones de material particulado

PM_{2.5} y PM₁₀ en la parroquia La Matriz del cantón Latacunga, con el fin de determinar debidas medidas de corrección y prevención por la contaminación.

La presente investigación permitió conocer los índices de contaminación por material particulado en la parroquia La Matriz del cantón Latacunga cuyo beneficio social para la población será conocer estrategias de mitigación para la contaminación y de esta manera cuidar su salud, además entender que el grave problema de la contaminación ambiental. También la contribución de la investigación en el aspecto académico es la aplicación de los conocimientos adquiridos en los procesos que se vinculan con la sociedad y de esta manera socializar los resultados para promover las estrategias para mejorar la calidad del aire. La Legislación Ecuatoriana establece los límites para material particulado PM₁₀ de 100 µg/m³ y PM_{2.5} 50 µg/m³, por lo que los resultados obtenidos en la investigación cumplen los parámetros establecidos.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiario Directos e Indirectos del Proyecto de Investigación

DIRECTO		INDIRECTO	
		MAE	12 trabajadores
	Parroquia La Matriz	GAD Latacunga	50 trabajadores
Hombres	8.393	U T C	10.500 Estudiantes
Mujeres	7.800	MAGAP	10 Trabajadores
TOTAL: 16.193		TOTAL: 10.572	

Fuente: Censo de Población y Vivienda (CPV-2010)

Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El material particulado (MP) es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos.

Debido a que son de tamaño, forma y composición variada, para su identificación se han clasificado en términos de su diámetro aerodinámico que corresponde al diámetro de una esfera uniforme en unidad de densidad que alcanza la misma velocidad terminal de asentamiento que la partícula de interés y que está determinado por la forma y densidad de la partícula.

Según la OMS (2006), considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la OMS de la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo.

Más del 90% de las muertes relacionadas con la contaminación del aire se producen en países de ingresos bajos y medianos, principalmente de Asia y África, seguidos por los países de la Región del Mediterráneo Oriental, Europa y las Américas.

Las pruebas relativas al material particulado (PM) suspendido en el aire y sus efectos en la salud pública coinciden en poner de manifiesto efectos adversos para la salud con las exposiciones que experimentan actualmente las poblaciones urbanas, tanto en los países desarrollados como en desarrollo. Los efectos en la salud son amplios, pero se producen en particular en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Se ve afectada toda la población, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad. Se ha demostrado que el riesgo de diversos efectos aumenta con la exposición, y hay pocas pruebas que indiquen un umbral por debajo del cual no quepa prever efectos adversos en la salud. En realidad, el nivel más bajo de la gama de concentraciones para las cuales se han demostrado efectos adversos no es muy superior a la concentración de fondo, que para las partículas de menos de $2,5 \mu$ ($PM_{2,5}$) se ha estimado en $3-5 \mu g/m^3$ tanto en los Estados Unidos como en Europa occidental. Las pruebas epidemiológicas ponen de manifiesto efectos adversos del PM tras exposiciones tanto breves como prolongadas. En la base de datos de la OMS sobre calidad del aire ambiente figuran actualmente más de 4300 ciudades de 108 países, lo que la convierte en la base de datos más exhaustiva del mundo sobre esta cuestión. Desde 2016, más de 1000 ciudades adicionales se han añadido a esta base de datos, en la base de datos se recogen las concentraciones medias anuales de partículas finas (PM_{10} y $PM_{2,5}$), en sus recomendaciones sobre la calidad del aire, la OMS pide a los países que reduzcan la contaminación del aire hasta valores anuales medios de $20 \mu g/m^3$ (para las PM_{10}) y $10 \mu g/m^3$ (para las $PM_{2,5}$).

En América Latina y el Caribe, por lo menos 100 millones de personas están expuestas a niveles de contaminación del aire por encima de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cifuentes y otros, 2005), la mala calidad del aire tiene un impacto negativo en el desarrollo social y económico, afectando la competitividad económica de los países. Al evaluar los impactos en la salud en países de ALC como Bolivia, Guatemala, Ecuador, Perú y

El Salvador, el Banco Mundial estima que la parte de la economía afectada por tales emisiones representa hasta el 2% del Producto Interno Bruto (PIB).

En el Plan Nacional de la Calidad del Aire (2010) indica que en el Ecuador existen pocas investigaciones sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas, estos temas no han sido incluidos en los programas de desarrollo urbano y no se han llevado a cabo estudios epidemiológicos relacionados con la contaminación del aire. En los últimos años, la Fundación Natura a través de su proyecto “Calidad del Aire” ha efectuado algunos estudios muy puntuales sobre los efectos a la salud provocados por la contaminación atmosférica en Quito.

La ciudad que posee información diaria y confiable sobre las emisiones de los contaminantes del aire (monóxido de carbono, dióxido de azufre, material particulado, óxidos de nitrógeno, ozono e hidrocarburos no consumidos) es Quito, debido a que posee una Red de Monitoreo Atmosférico, no obstante, en Guayaquil, Cuenca y Ambato se han realizado mediciones de estos contaminantes a partir de finales de los años 1970 hasta principios de los 1990. En Cuenca la calidad del aire-ambiente retomó importancia a principios de 2000 y en años posteriores se comenzaron a hacer estudios de concentraciones de contaminantes.

En el “Informe anual de la calidad del aire en Quito” correspondiente al año 2006, se determinó que el mayor problema de contaminación atmosférica se atribuye a las emisiones de material particulado fino ($PM_{2,5}$) o partículas sedimentables. Estas últimas excedieron el límite permisible de la norma ecuatoriana de calidad del aire casi todos los meses del año en, al menos, una de las estaciones de monitoreo. Ello constituye un problema debido a los efectos nocivos a la salud que produce este contaminante.

Latacunga es la cuarta ciudad más contaminada del Ecuador después de Santo Domingo, Milagro y Quito; esta contaminación atmosférica es causada por los vehículos que utilizan combustibles de baja calidad, según la Dirección Nacional de Hidrocarburos de Ecuador. Por ejemplo, la cantidad de azufre que tiene el diésel en nuestro país es diez veces mayor a la que exigen las normas internacionales. Las partículas contaminantes del aire son de varios tamaños, las más peligrosas para el aparato respiratorio son las partículas respirables que van desde 10 microgramos por metro cúbico, hasta tamaños más pequeños. Estas partículas por su dimensión tan pequeña son invisibles y pasan los filtros naturales del sistema respiratorio hasta localizarse en los tejidos pulmonares.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- Evaluar de la concentración de material particulado de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la Parroquia La Matriz en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el Periodo 2018 – 2019

5.2 Específicos

- Caracterizar el área de estudio para la determinación de puntos de monitoreo de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la parroquia La Matriz.
- Monitorear la concentración de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en el área de estudio mediante la utilización del equipo monitreador de partículas finas E – BAM.
- Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos para la comparación con la Normativa Ambiental Ecuatoriana vigente.
- Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la parroquia La Matriz.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Objetivos planteados	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología
Caracterizar el área de estudio para la determinación de puntos de monitoreo de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la parroquia La Matriz	1.1 Identificar el área de estudio	Delimitación de las dos localidades: plaza El salto y Plaza San Agustín	Se identificó las dos localidades a monitorear la contaminación por material particulado PM _{2.5} y PM ₁₀
	1.2 Establecer los puntos de monitoreo de PM _{2.5} y PM ₁₀	Establecimiento de los puntos de monitoreo de PM _{2.5} y PM ₁₀ en cada una de las localidades	
Monitorear la concentración de PM _{2.5} y PM ₁₀ en el área de estudio mediante la utilización del equipo monitorador de partículas finas E – BAM	2.1. Monitoreo del material particulado PM _{2.5} y PM ₁₀ en las localidades del área de estudio	Obtención de la concentración de material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} .	Muestreo de material particulado con la utilización del equipo de monitoreo de partículas finas (E-BAM).
Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos para la comparación con la Normativa Ambiental Ecuatoriana vigente.	3.1. Comparar los resultados obtenidos con la normativa vigente.	Análisis de los datos obtenidos en el monitoreo.	Hoja de cálculo y gráfico de los datos
Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} en la parroquia La Matriz.	4.1. Elaborar medidas de mitigación de material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5}	Documento con estrategias de mitigación ambiental para PM.	Recopilación bibliográfica para medidas de mitigación de material particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} .

Elaborado: Rodríguez, C. (2019)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 El Aire

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbón, y el ozono. Mientras que la contaminación atmosférica es cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire (Escalante & Chávez, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) define al aire puro como “la mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño varía desde unos cuantos nanómetros hasta 0.5 milímetros los cuales en su conjunto envuelven al globo terrestre”.

7.1.1 Composición del aire

La atmósfera terrestre es un sistema sumamente complejo. Su composición, temperatura y presión varían con la altitud entre límites muy amplios. Es por ello por lo que, a partir de 1947, se acepta convencionalmente que la composición del aire (seco) a nivel del mar (Katz, 2011).

Tabla 2. Composición del aire

Componente	Contenido (Fracción molar)	Masa molar	Concentración aproximada (%)
Nitrógeno	0,78084	28,013	78,03
Oxígeno	0,20948	31,998	20,99
Argón	0,00934	39,948	0,94
Dióxido de Carbono	0,000375	44,0099	0,03
Neón	0,00001818	20,183	0,00123
Helio	0,00000524	4,003	0,0004
Metano	0,000002	16,043	0,0002
Criptón	0,00000114	83,80	0,00005
Hidrógeno	0,0000005	2,0159	0,01
Óxido Nitroso	0,0000005	44,018	0,00005
Xenón	0,000000087	131,30	0,000006

Fuente: (Katz, 2011)

7.1.2 Calidad del aire

Se entiende por calidad del aire al valor estimado del nivel de concentración de un contaminante del aire al cual pueden estar expuestos los seres humanos durante un tiempo determinado sin riesgos apreciables para la salud. Estos estimados son recomendaciones o sugerencias y no se encuentran respaldados por normas legales. Mientras que la norma de calidad del aire trata de un instrumento legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, medido de

acuerdo a métodos de referencia o equivalentes a éste debidamente documentados, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente (Organización Mundial de la Salud, 2006).

La mala calidad del aire tiene un impacto negativo en el desarrollo social y económico, afectando la competitividad económica de los países. La mala salud resultante de la contaminación del aire cuesta billones de dólares anualmente en costos médicos y pérdida de productividad (Green & Sánchez, 2013).

La deficiente gestión para mejorar de la calidad del aire también retrasa el progreso hacia el alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, que incluye como Objetivo 7.A “incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente” (Green & Sánchez, 2013).

7.1.3 Contaminación del aire

Algunos autores consideran que con el dominio del fuego por el hombre se inició la contaminación del aire, pero es con el proceso de industrialización que este fenómeno alcanzó una nueva dimensión. Desde el siglo XVI, en Inglaterra se presentó una aguda crisis maderera que dio lugar a la utilización de la hulla como combustible, a pesar de las restricciones que existían para su empleo. Con anterioridad a la revolución industrial, la liberación de sustancias químicas al ambiente ocurría en muy pocos lugares y estas se concentraban en las inmediaciones de las fuentes emisoras (Romero, Diego, & Álvarez, 2006)

La contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas. El ozono, un gas, es un componente fundamental de la contaminación del aire en las ciudades. Cuando el ozono forma la contaminación del aire también se denomina smog (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009).

Algunos contaminantes del aire son tóxicos. Su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud. Las personas con enfermedades del corazón o de pulmón, los adultos de más edad y los niños tienen mayor riesgo de tener problemas por la contaminación del aire.

La polución del aire no ocurre solamente en el exterior: el aire en el interior de los edificios también puede estar contaminado y afectar su salud (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009).

Tanto la OMS como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han resaltado la contaminación del aire ambiental como una de las áreas focales estratégicas para combatir causas fundamentales de mortalidad y morbilidad a nivel mundial (Green & Sánchez, 2013).

7.2 Generalidades de la Contaminación Atmosférica

Tanto los fenómenos naturales como las actividades humanas provocan la emisión de contaminantes atmosféricos que modifican la calidad del aire. La transformación de la materia y las necesidades energéticas del hombre, producen la ruptura del equilibrio del aire, una mezcla de gases (nitrógeno, oxígeno, gases inertes, dióxido de carbono, metano e hidrógeno), constituyen la atmósfera terrestre y es esencial para la existencia de la vida en el planeta. Los efectos adversos de la deficiente calidad del aire sobre la salud humana son conocidos desde hace tiempo y se investigan cada vez más por ser una de las cuestiones clave en salud pública. (Cárdenas, 2009)

7.3 Contaminantes Del Aire

Cruz y Jiménez (2006), indican que los contaminantes del aire son sustancias que cuando están presentes en la atmósfera afectan de manera adversa la salud de los humanos, animales, plantas, vida microbiana y estructuras o materiales. Cuando los contaminantes del aire se encuentran en “concentraciones bajas y hay un periodo de exposición largo pueden llegar a producir afecciones crónicas o efectos agudos cuando se expone a altas concentraciones y hay un periodo de exposición corto”; dentro de los contaminantes criterio se encuentran:

- Material particulado fino
- Óxidos de azufre
- Monóxido de carbono
- Ozono
- Óxidos de Nitrógeno
- Plomo

Estos son los más comunes y de mayor presencia en los centros urbanos que es donde la población se concentra con mayor frecuencia, presentándose una mayor probabilidad de sufrir efectos nocivos en su salud.

7.3.1 Partículas Suspendidas

Las partículas en suspensión son el contaminante más visible, generalmente se presentan como humo, son emitidos en procesos de combustión y actividades industriales y “están compuestos por materiales sólidos y líquidos finamente divididos y dispersados en el aire causando disminución en la visibilidad”, en grandes concentraciones son nocivas para la salud pública produciendo irritaciones en el sistema respiratorio; de igual manera tienen efectos adversos en la vegetación y causan deterioro en edificaciones (Neversj, 1998).

Las partículas suspendidas en el aire incluyen partículas totales en suspensión (PTS), Material Particulado con diámetro aerodinámico mediano menor de 10 μm o también llamadas partículas gruesas o de fracción inhalable (PM_{10}), Material Particulado con diámetro aerodinámico mediano inferior a 2,5 μm también llamadas partículas de fracción respirable o partículas finas ($\text{PM}_{2,5}$); “las cuales han sido identificadas por la Organización Mundial para la Salud como una amenaza para la salud” (Organización Mundial de la Salud, 2006), estos efectos dependen de su tamaño y composición química “siendo aparentemente las más finas y los sulfatos los más perjudiciales, al parecer estas últimas son responsables de aumentos de los ataques de asma, de agravaciones de enfermedades cardiacas y pulmonares, y de disminución de la resistencia de los niños a las enfermedades respiratorias (Cruz & Jiménez, 2006).

7.3.2 Material Particulado (PM)

El material particulado aerotransportado, está compuesto de partículas sólidas y líquidas, suspendidas y dispersas en el aire. Se han clasificado en términos de diámetro aerodinámico, porque presentan diferente tamaño y forma, por ello, se agrupan en finas y gruesas. Las partículas finas, son aquellas que tienen un diámetro menor o igual a 2,5 μm , $\text{PM}_{2,5}$ y las partículas cuyo diámetro se centra alrededor de las 10 μm , PM_{10} , se las denomina gruesas (Córdova & Sánchez, 2017).

Algunas partículas, conocidas como partículas primarias, son emitidas directamente por una fuente, por ejemplo, los automóviles, autobuses y camiones de carga, industrias, ciertos comercios, obras de construcción, vías sin pavimentar, chimeneas, humo de cigarrillo o incendios. Otras, nombradas partículas secundarias, son formadas por medio de complicadas reacciones en la atmósfera, a partir de otros químicos emitidos por plantas de generación de energía, industrias y automóviles (Green & Sánchez, 2013).

a. Material Particulado PM 10 μm

Dentro del Material Particulado se encuentran las partículas gruesas o PM_{10} ; las cuales tiene un diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros, se forman cuando se desintegra una masa de mayor tamaño y quedan suspendidas en el aire millones de partículas (masas) de menor diámetro; “éstas tienden a precipitarse más rápidamente y permanecer en la atmósfera sólo durante algunos minutos u horas, dependiendo de su tamaño, la velocidad del viento, turbulencia y precipitación”¹³; son emitidas por diferentes fuentes como las generadas por el polvo que es arrastrado por el viento o levantado por los vehículos en carreteras sin pavimentar, también se encuentran las generadas en operaciones industriales, agrícolas y de construcción; “así mismo los elementos biológicos como bacterias, protozoarios, virus, hongos polen y esporas son clasificados dentro de esta categoría” (Arciniégas, 2012).

b. Material Particulado PM 2,5 μm

Las partículas finas o PM_{2.5}, tienen un diámetro aerodinámico inferior a 2.5 micrómetros, provienen generalmente de la utilización de combustibles fósiles y polvos; éstas se forman en la atmósfera principalmente por la presencia de gases como los óxidos de azufre, NO_x y COV. “Generalmente permanecen más tiempo en la atmósfera que las gruesas, por periodos que pueden ser de días o semanas y tienden a dispersarse de manera más uniforme generando transformaciones atmosféricas locales, durante el estancamiento atmosférico o durante el transporte de largas distancias al convertirse en un aerosol medianamente estable; lo que conlleva a que en una región la concentración de la masa total de partículas más gruesas sea menos uniforme que la de partículas finas (Ministerio de Agricultura, 2013).

Se clasifican en dos categorías:

Las que se emiten al ambiente: Dentro de esta se encuentran las partículas carbonosas del humo y las provenientes de las emisiones de motores diesel.

Las que se forman en el ambiente: Se incluyen las partículas carbonosas que se generan durante la secuencia de la reacción fotoquímica que conduce a la formación de O₃, así como las partículas de sulfato y nitrato que resultan de la oxidación de SO₂ y NO_x liberado (Organización Mundial de la Salud, 2006).

7.3.3 Clasificación de las partículas en base a su diámetro

Según Pérez y otros (2010) afirma que pueden ser:

Inhalables o respirables (PM₁₀), cuyo diámetro es menor a 10 μm .

Finas, con diámetro menor a 2,5 μm (PM_{2,5}).

Ultrafina, cuyo diámetro es menor a 1 μm .

7.3.4 Clasificación de las partículas según su fuente

El PM, según su fuente, varía en composición, toxicidad y tamaño, pudiendo clasificarse en:

- a) Partículas gruesas, principalmente derivadas de la suspensión de polvo, suelo, u otros materiales provenientes de caminos, de la agricultura, de minería, de tempestades, de volcanes, entre otros.
- b) Partículas finas, que se derivan de la emisión de procesos como la quema de maderas, de combustión de vehículos (gasolina o diésel), la quema de carbón y procesos industriales.
- c) Partículas ultrafinas, que son definidas por tener un diámetro aerodinámico menor a 0,1 μm , proceden de la combustión, como reacciones fotoquímicas atmosféricas. Forman un agregado de PM_{2,5}, porque su vida es muy corta (Salinas, 2010).

7.4 Contaminantes atmosféricos y la salud: Partículas en suspensión

La contaminación de aire es un importante problema de salud pública dado sus efectos deletéreos sobre la salud, observándose consistente asociación entre contaminación aérea e incremento de hospitalizaciones por enfermedad respiratoria y asma, incremento de la frecuencia y severidad de los síntomas respiratorios como bronquitis, tos y agravamiento del asma, así como mayor riesgo de mortalidad posneonatal por causa respiratoria, al aumentar los niveles de contaminantes atmosféricos, de MP2,5 en particular (Barría, Calvo, & Pino, 2016). Hay efectos de la contaminación del aire sobre la salud a corto y largo plazo, siendo la exposición a largo plazo y de larga duración la más significativa para la salud pública. La mayoría de las muertes atribuibles a la contaminación atmosférica en la población general están relacionadas con las enfermedades no transmisibles. En efecto, el 36% de las muertes por cáncer de pulmón, el 35% de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (COPD), el 34% de los accidentes cerebrovasculares y el 27% de las cardiopatías isquémicas son atribuibles a la contaminación atmosférica (Organización Panamericana de la Salud, 2018).

Al respirar, inhalamos las partículas que hay en el aire. La constitución de las partículas en suspensión, puede ser una mezcla muy variada. Por ello se clasifican según su medida y cómo se comportan al respirar, más que su contenido. Hay partículas de diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 μm (PM_{10}), que suelen llegar más allá de la garganta. Las que tienen un diámetro igual o inferior a 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$), pueden llegar hasta los pulmones. En último lugar las partículas ultrafinas, con un diámetro igual o inferior a 0,1 μm , que pueden pasar del alveolo pulmonar a la sangre (Agencia de Salud Pública de Barcelona, 2012).

Las partículas más pequeñas son las más peligrosas, permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares más profundos de los bronquios. El mayor riesgo está, pues, en el polvo que no es visible fácilmente. El polvo respirable es la fracción de polvo que puede penetrar hasta los alveolos pulmonares. Las partículas finas de menos de 3 micrones de diámetro penetran por la nariz y la garganta, llegan a los pulmones y provocan problemas de respiración e irritación de los capilares pulmonares (Agencia de Salud Pública de Barcelona, 2012).

Los efectos adversos dependen por una parte, de la concentración y la duración de la exposición y por otra, de la susceptibilidad de las personas expuestas (Oyarzún, 2010).

7.5 Efectos de los PM_{2,5} – PM₁₀ sobre la salud

Los efectos que las partículas causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a la exacerbación de enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado con incrementos en la morbi-mortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. En el caso de las PM_{2,5}, su tamaño hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además, estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grande. (Linares & Días, 2008).

Todo ello hace que la evidencia científica esté revelando que estas partículas PM_{2,5} tienen efectos más severos sobre la salud que las más grandes, PM₁₀. Asimismo, su tamaño hace que sean más ligeras y por eso, generalmente, permanecen por más tiempo en el aire. Ello no sólo prolonga sus efectos, sino que facilita su transporte por el viento a grandes distancias (Linares & Días, 2008).

Las partículas PM_{2,5}, por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud con padecimientos respiratorios y cardíacos– corren más riesgo de padecer los efectos negativos de este contaminante (Boldo, 2012).

Las partículas PM₁₀, son (partículas gruesas o de diámetro aerodinámico = 10 µm) suelen tener un importante componente de tipo natural, siendo contaminantes básicamente primarios que se generan por procesos mecánicos o de evaporación: minerales locales o transportados, aerosol marino, partículas biológicas (restos vegetales) y partículas primarias derivadas de procesos industriales o del tráfico (asfalto erosionado y restos de neumáticos y frenos generados por abrasión); de entre los pocos contaminantes secundarios que entran a formar parte de su estructura destacan los nitratos (Linares & Días, 2008).

En general todas estas partículas pueden acumularse en el sistema respiratorio y producir diversos efectos negativos en la salud, que se expresan en el aumento de enfermedades respiratorias como la bronquitis y exacerbar los efectos de otras enfermedades cardiovasculares. La fracción de partículas aerotransportadas que son inhaladas por el cuerpo humano depende de las propiedades de las partículas, del movimiento del aire alrededor del cuerpo, velocidad y

dirección, patrón de respiración y si ésta se lleva a cabo por la nariz o por la boca. Estas partículas inhaladas pueden depositarse en el tracto respiratorio o exhalarse; la probabilidad depende de una gran cantidad de factores y varía de una persona a otra (Corleto & Cortéz, 2012).

7.6 Efectos del material particulado sobre el medioambiente

Una vez que las partículas $PM_{2.5}$ y PM_{10} se emiten a la atmósfera, son transformadas o transportadas por procesos atmosféricos y finalmente depositadas, y provocan la degradación de bosques, lagos y suelos, daños a la vida silvestre y humana, así como la corrosión de los materiales de los edificios o construcciones. Durante su permanencia en la atmósfera, las partículas provocan diversos impactos al ambiente; uno de ellos es la disminución de la visibilidad, y otro, su efecto en el cambio climático (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011).

7.6.1 Deterioro en la visibilidad

Las partículas finas ($PM_{2.5}$) son la causa principal de visibilidad reducida (bruma) en partes de los Estados Unidos, incluidos muchos de los preciados parques nacionales y áreas silvestres (Onel, Castaño, & Osorio, 2017)

7.6.2 Daño ambiental

El viento puede transportar las partículas a través de largas distancias y luego, estas pueden instalarse en el suelo o el agua. Según la composición química, los efectos de esta sedimentación pueden provocar: que los lagos y arroyos se vuelvan ácidos, cambio en el balance nutricional de las aguas costeras cuencas fluviales, reducción de los nutrientes del suelo, daño en los bosques sensibles y cultivos agrícolas, efectos perjudiciales sobre la diversidad de ecosistemas, contribución a los efectos de la lluvia ácida (Onel, Castaño, & Osorio, 2017).

7.6.3 Daño sobre materiales

El PM puede manchar y dañar la piedra y otros materiales, incluidos los objetos importantes a nivel cultural, como estatuas y monumentos. Algunos de estos efectos están relacionados con los efectos de la lluvia ácida sobre los materiales (Onel, Castaño, & Osorio, 2017).

El material particulado es un problema de contaminación caracterizado por su movilidad. Cuando no hay viento, las partículas pueden permanecer en el aire durante minutos u horas, en cambio, mientras haya viento constante podrían mantenerse durante de días o semanas viajando por diversos territorios dejando rastros de su presencia en diversos sitios distintos. Esta cualidad de permanencia en suspensión en el aire ha propiciado que el material particulado o partículas también sea conocido como partículas suspendidas (Onel, Castaño, & Osorio, 2017).

7.7 Equipos utilizados para la medición

7.7.1 Descripción del E-BAM.

El E-BAM es un monitor automático de PTS (TSP), MP10 (PM10) y MP2.5 (PM2.5) basado en filtro y detección de atenuación beta. El E-BAM tiene la misma operación básica que los muestreadores manuales basados en filtro, tales como, el muestreador de Alto Volumen con cabezal de muestreo selectivo por Tamaño de Partículas. El E-BAM es un monitor portátil de aire atmosférico basado en el principio de la absorción/atenuación beta. La atenuación beta es una tecnología probada, que ha sido utilizada para el monitoreo de partículas en los últimos 40 años (Met One Instruments Inc., 2001).

La atenuación beta es definida como la disminución en el conteo del número de partículas beta debido a la absorción producida por un medio interpuesto. El E-BAM usa Carbono 14 [^{14}C], isótopo radioactivo presente naturalmente, como una fuente de partículas beta. Las partículas beta del ^{14}C son electrones emitidos desde el núcleo de un átomo, cuando un neutrón es desintegrado (decae) a un protón y un electrón, este electrón es una partícula subatómica (Met One Instruments Inc., 2001).

El equipo está compuesto por: Trípode, Reten y Tuerca, Perno, Sensor Temperatura, Caja E-BAM, Brazo de Soporte Cruzado, Tubo Entrada, Sed de Pernos Allen, Cabezal PM10, Cabezal PM2.5, Sistema de Medición, Sistema de Datos, Sistema de Flujo, Cabezales, Mecanismo de soporte de filtro, Flujómetro Controlador de flujo o Bomba (Met One Instruments Inc., 2001).

Entre las ventajas del equipo tenemos las siguientes:

- Manejo claro y rápido.
- Fácil medición de material particulado.
- Construida con los mejores materiales.
- Pantalla que puede ser leída directamente.
- Conexión a la computadora de forma fácil.
- Obtención de datos de forma fácil e inmediata (Met One Instruments Inc., 2001).

7.8 Marco Legal

7.8.1 Guía de la calidad del aire de la organización Mundial de la Salud 2005

A nivel internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) mantiene Guías de Calidad del Aire actualizadas en el 2005, para uso mundial orientadas a apoyar las medidas que mejoren la calidad del aire, para que se cumplan los niveles óptimos al alcance de la protección de la salud pública. En el Tabla 1 se indica las concentraciones permitidas para material particulado PM_{10} , ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre según las Guías de Calidad del Aire de la OMS.

Tabla 3. Guías de calidad de aire

	PM₁₀ (µg/m³)	PM_{2,5} (µg/m³)	Fundamento del nivel elegido
Objetivo intermedio-1 (OI-1)	70	35	Estos niveles están asociados con un riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el nivel de las GCA.
Objetivo intermedio-2 (OI-2)	50	25	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% aproximadamente [2- 11%] en comparación con el nivel del OI-1.
Objetivo intermedio-3 (OI-3)	30	15	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad en un 6% [2- 11%] aproximadamente en comparación con el nivel del OI-2.
Guía de calidad del aire (GCA)	20	10	Estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con más del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP _{2,5} .

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2006)

Según (Organización Mundial de la Salud, 2006) nos manifiesta que el tamaño de las partículas está directamente relacionado con su potencial para causar problemas de salud. Lo preocupante son las partículas de 10 micras de diámetro o menos, porque son las partículas que pasan a través de la garganta y la nariz y entran en los pulmones, pudiendo incluso entrar en el torrente sanguíneo. Una vez inhaladas, estas partículas pueden afectar el corazón y los pulmones y causar efectos graves para la salud. Existen dos grupos o categorías de la contaminación por partículas:

Partículas inhalables gruesas, tales como las que se encuentran cerca de las carreteras y las industrias generadoras de polvo, son mayores de 2.5 micras y más pequeñas que 10 micras de diámetro (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Partículas finas, tales como las que se encuentran en el humo y la neblina, son de 2,5 micras de diámetro y más pequeñas. Estas partículas pueden ser emitidas directamente de fuentes tales como los incendios forestales, o se puede formar con los gases emitidos por plantas generadoras de energía, las industrias y los automóviles al reaccionar en el aire. Las partículas finas se inhalan profundamente y con facilidad en los pulmones, donde pueden ser acumuladas, reaccionar, ser eliminadas o absorbidas (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Los estudios científicos han relacionado la contaminación por partículas, especialmente las partículas finas, con una serie de problemas significativos de salud, incluyendo:

La muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.

Latido irregular del corazón.

Agravamiento del asma.

Disminución de la función pulmonar.

Las partículas gruesas (como las que se encuentran en el viento y el polvo), que tienen diámetros comprendidos entre 2,5 y 10 micrómetros, son de menor importancia para la salud, a pesar de que puede irritar los ojos, la nariz y la garganta (Linares & Días, 2008).

7.8.2 Constitución de la República del Ecuador

Dentro de la Carta Maga publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008. Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado: Establece dentro del **TÍTULO II DERECHO**, en el **CAPITULO II DERECHO DEL BUEN VIVIR**, dentro de la **Sección Segunda** que corresponde al **Ambiente Sano** en el artículo:

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*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

El capítulo VII está dedicado al régimen sancionador. Un régimen que pretende ser coherente con el enfoque integral e integrador de esta ley, con los principios que la inspiran, en particular los de quien contamina paga y de prevención de la contaminación en la fuente y con el hecho particular de que los efectos adversos de la contaminación atmosférica sobre el ambiente atmosférico. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

7.8.3 Código Orgánico Ambiental

En el Código Orgánico Ambiental en el **CAPITULO II** que indica **DE LAS FACULTADES AMBIENTALES DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS** manifiesta en el artículo:

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

-10. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido

En el **CAPITULO V** sobre la **CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS** indica en sus tres artículos:

Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto.

Se dictarán y actualizarán periódicamente las normas técnicas, de conformidad con las reglas establecidas en este Código.

Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción.

Art. 193.- Evaluaciones adicionales de la calidad del aire. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, según corresponda, dispondrán evaluaciones adicionales a las establecidas en la norma a los operadores o propietarios de fuentes que emitan o sean susceptibles de emitir olores ofensivos o contaminantes atmosféricos peligrosos. La norma técnica establecerá los métodos, procedimientos o técnicas para la reducción o eliminación en la fuente de contaminantes atmosféricos peligrosos.

Art. 209.- Muestreo. La Autoridad Ambiental Nacional expedirá las normas técnicas y procedimientos que regularán el muestreo y los métodos de análisis para la caracterización de las emisiones, descargas y vertidos.

7.8.4 Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

En el Ecuador se encuentra el Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) que es un reglamento encargado de presentar los límites máximos permisibles en cuanto a suelo, agua y aire. Como objetivo principal es preservar la salud de las personas, la calidad de aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el ambiente.

El libro de referencia para esta investigación es el Libro VI, de Calidad de Aire, Anexo 4, Tabla I que trata de las concentraciones de contaminantes de los niveles de alerta, alarma y emergencia de acuerdo al material particulado, donde se manifiesta que:

Introducción

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica establece:

Los objetivos de calidad del aire ambiente.

Los límites permisibles de los contaminantes criterio y contaminantes no convencionales del aire ambiente.

Los métodos y procedimientos para la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.

Objeto

La presente norma tiene como objeto principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

Para los contaminantes comunes del aire, definidos en 4.1.1, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas. El Ministerio del Ambiente establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente. La Entidad Ambiental de Control utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial. La Entidad Ambiental de Control podrá establecer normas de calidad de aire ambiente de mayor exigencia que los valores descritos en esta norma nacional, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe dicha Autoridad indicaren esta necesidad:

Partículas sedimentables, La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg/cm x 30 d).

Material particulado menor a 10 micrones (PM 10). El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico. La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m³), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5). Se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de PM2,5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de

quince microgramos por metro cúbico. La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico, valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

Tabla 4. Estándares establecidos por la Legislación Ecuatoriana (TULSMA)

Contaminantes	Tiempo de exposición	Máxima concentración permitida
Partículas Sedimentables	30 días	1mg/cm ² /mes
PM10	1 año 24 horas	50 µg/m ³ 1000 µg/m ³
PM2,5	1 año 24 horas	15 µg/m ³ 50 µg/m ³

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec> (2018)

Tabla 5. Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

Contaminante y Período de Tiempo	Alerta (µg/m ³)	Alarma (µg/m ³)	Emergencia (µg/m ³)
Material particulado PM ₁₀ Concentración en veinticuatro horas.	250	400	500
Material Particulado PM _{2,5} Concentración en veinticuatro horas.	150	250	350

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec> (2018)

Tabla 6. Descripción de los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

NIVEL DE ALERTA	NIVEL DE ALARMA	NIVEL DE EMERGENCIA
Informar al público, mediante los medios de comunicación, del establecimiento del Nivel de Alerta. Restringir la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alerta para uno o más contaminantes específicos. Estas últimas acciones podrán consistir en limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas de combustión, tales como soplado de hollín, o solicitar a determinadas fuentes fijas no reiniciar un proceso de combustión que se encuentre fuera de operación.	Informar al público del establecimiento del Nivel de Alarma. Restringir, e inclusive prohibir, la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alarma.	Informar al público del establecimiento del Nivel de Emergencia. Prohibir la circulación y el estacionamiento de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de emergencia. Se deberá considerar extender estas prohibiciones a todo el conjunto de fuentes fijas de combustión, así como vehículos automotores, presentes en la región bajo responsabilidad de la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental.

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec> (2018)

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

- ¿El monitoreo continuo de PM₁₀ y PM_{2.5} permitió identificar las concentraciones que se encuentren dentro de los niveles de alerta, alarma y emergencia, y así establecer medidas de mitigación?

El monitoreo que se realizó del material particulado permitió la identificación de las condiciones que se encuentra la calidad del aire en la parroquia la Matriz de la ciudad de Latacunga, mediante el monitoreo continuo de 24 horas que se realizó por cada material particulado (PM₁₀ Y PM_{2.5}) nos ayudó a identificar los niveles de concentración de material particulado y analizar el grado de contaminación.

- ¿La medición de PM₁₀ y PM_{2.5} ayudó a determinar si la generación de partículas finas en la zona de estudio se encuentra por debajo de los límites permisibles según la legislación vigente?

Mediante el monitoreo continuo de 24 horas de acuerdo a la normativa EPA y TULSA, Libro VI, Anexo 4, tabla 1, manifiesta acerca de los límites permisibles del material particulado emanados al aire libre, la base datos monitoreados y registrados en una base de datos se encuentran bajo los límites permisibles de la normativa.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Línea Base

9.1.1 Componente Abiótico

a) Suelo

El relieve del cantón Latacunga tiene se origina por una intensa actividad volcánica, a raíz de los diversos episodios geológicos y los procesos erosivos que han actuado y actúan sobre los relieves pre-existentes, determinando un paisaje fisiográfico dominante constituido por la presencia de terrazas estructurales (GADM Latacunga, 2016).

El territorio del cantón Latacunga tiene altitudes que van desde los 2680 msnm. hasta los 5897 msnm siendo la parte más baja del cantón 2680 msnm, a las orillas del río Cutuchi en el límite con el cantón Salcedo se encuentra la parte más baja y asciende a la parte más alta con 5920 msnm en la cúpula del volcán Cotopaxi (GADM Latacunga, 2016).

Además posee un rango de suelos que va desde los muy fértiles negros y con una capa de materia orgánica profunda que ha ayudado a que la agricultura y la ganadería sea próspera en la zona, estos suelos lo podemos encontrar en las parroquias, Latacunga, Poaló, Álaquez, Mulaló, Joseguango Bajo, Tanicuchí, Toacaso y San Juan de Pastocalle (GADM Latacunga, 2016).

b) Agua

El territorio del cantón Latacunga es parte de la cuenca alta del río Pastaza, donde más del 87% de dicho territorio forma parte de esta cuenca; particularmente de la sub-cuenca del río Patate. Las zonas altas de las parroquias Toacaso y Pastocalle se asientan sobre la demarcación hídrica del río Esmeraldas (GADM Latacunga, 2016)

Los recursos hídricos que forman parte del cantón Latacunga son los sistemas fluviales de los ríos Cutuchi, Río Blanco y Río Saquimala, los cuales se han formado de la unión de quebradas que provienen de montes y volcanes; así se tiene, las quebradas Santa Ana y Río Blanco para formar el río Blanco; San Francisco, Tiopullo, Pucahuayco y Paraguasucho para formar el Cutuchi; Chiria, Chica de Chiriacu, Quebrada Grande de San Lorenzo y Quebrada San Diego, que provienen del Volcán Cotopaxi para formar el Río Saquimala (GADM Latacunga, 2016).

En la subcuenca del río Patate, la micro-cuenca de mayor importancia que se localiza en el cantón es la del río Cutuchi, siendo la principal arteria fluvial del cantón Latacunga que atraviesa en sentido Norte-Sur, recibiendo aportes de sus afluentes: Manzanahuayco, Yanayacu, Rumiñahui, Nagsiche, Álaquez, Chalupas, Illuchi, Blanco y Pumacunchi (GADM Latacunga, 2016). La oferta hídrica de la microcuenca del río Cutuchí se estima en 1000 mm³ por año, su

caudal promedio a la altura de Latacunga es de 5,2 m³ /s (164 mm³) y de 27 m³ /s luego del río Yanayacu (GADM Latacunga, 2016).

Para el climatológico del cantón Latacunga se han utilizado los datos análisis disponibles en la estación meteorológica UTC – CEASA – Salache como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 7. Datos meteorológicos de la parroquia La Matriz - Latacunga

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Precipitación	40,5 mm
Temperatura	14,2°C
Humedad Relativa	75,1 %
Velocidad de viento	1,8 m/s
Altitud	2725 msnm.

Fuente: INAMHI – UTC – CEASA – 2018

Elaborado: Rodríguez, J. (2019)

9.1.2 Componente Biótico

a) Flora

En el cantón Latacunga existen especies vegetales, que son propias de un período geológico que habitan en el ecosistema. Según el PDyOT de Latacunga 2016 - 2029 se identifica las siguientes zonas de vida y ejemplos de la fauna existente: Bosque húmedo Montano (b.h.M.) presente en las parroquias: Toacaso, Mulaló, Lasso, Álaquez, parte de Poaló, Joseguango Bajo, Belisario Quevedo, se halla entre 2500 - 3300 msnm; se observa en ciertas áreas el pastoreo con especies para el manejo de la ganadería, además el cultivo de gramíneas y tubérculos. Las especies vegetales que aún quedan algunos vestigios son: ashpa chocho *Lupinus pubescens*, piretro, *Chrysanthemum pyrethum*, farolito chino, *Abutilon darwinii*, cucarda, *Ibiscus rosa*, aretes de la virgen, *Fuchsia dependens*, *Fuchsia petiolaris*, *F. ampliata*, eucalipto, *Eucalyptus globulus*, oca, *Oxalis tuberosa*, melloco, *Ulcus tuberosus*, mashua, *Tropaeolum tuberosum*, guanto, *Brugmansia sanguínea*, floripondio, *Datura arbórea*. (GADM Latacunga, 2016)

Bosque Seco Montano Bajo (b.s.M.B.) Se encuentra localizada entre 2000 y 3000 msnm, en algunas zonas se localizan formaciones de eucaliptos, cipreses y pinos, sin embargo las especies arbóreas y arbustivas más comunes son: Retama, *Spartium junceum* L. chilca, (*Baccharis polyantha* y *B. spcs.*), Molle (*Schinus molle*, I) varias clases de saúcos, *Cestrum quítense* y *C. Stuebelli*, que son las especies más abundantes y típicas de la región. (GADM Latacunga, 2016)

Bosque muy Húmedo Montano (b.m.h.M) Los rangos de altitud y temperatura son equivalentes a las del bosque húmedo Montano, la vegetación natural está constituida principalmente por especies arbóreas, arbustos romerillo (*Hypericum laricifolium*), mortiño (*Vaccinium mortinia*), taclli (*Pernettya pentlandii*), illinchi (*Brachyotum lepidiofilum.*), chachacoma (*Escallonia tortuosa*, *E. micrantha*, *E. myrtilloides*, etc.), pantzas (*Polylepis incana*, *P. coria-ceae* y *P. spcs.*), yagual (*Polylepis brachyphylla*), y aislados cúmulos de chuquiragua (*Chuquiragua lancifolia*) (GADM Latacunga, 2016).

Bosque muy Húmedo Subalpino b.m.h.S.A.) Esta formación se encuentra localizada en la parte norte del cantón Latacunga que corresponde al Chasqui, en la vegetación de esta zona se encuentra especies como: Encillo o Sarar *Weinmannia descendes*, Romerillo *Hipericum laricifolium.*, Duco o Sota, *Clusia sp.*, Cedro, *Cedrela montana rosei.*, Malva, *Dendropanax sp.*, Arrayán, *Eugenia sp*, Aliso, *Alnus jorullensis*, Laurel de Cera, *Myrica pubescens*, Chilca, *Baccharis polyantha*.

Bosque Pluvial Subalpino (b.p.S.A.) páramo, se localiza entre los 3880 y 4500 msnm. La composición florística de esta zona de vida se caracteriza por pajonales. Especies de los géneros *Stipa*, *Festuca*, *Calamagrostis*, *Deyeuxia*, etc. Representantes leñosos: Varios géneros de *Gynoxys* y de *Polylepis* (GADM Latacunga, 2016).

Estepa Espinosa Montano Bajo (e.e.M.B). Esta zona de vida, se la encuentra formando llanuras, barrancos y valles muy secos como Once de Noviembre, La Victoria, Latacunga, Yambo, se puede identificar fácilmente por la presencia de especies como el Faique, (*Acacia macracantha*) de copa aparasolada, el Guarango, (*Tara espinosa*), Jorupe, (*Sapindus saponaria*), ejemplares aislados de Palo Santo, (*Bursera gravegjens*), Molle, (*Schinus molle*), Cardo, (*Cereus sp.*), Tuna, (*Opuntia sp.*), Cabuyo Negro, (*Agave americana*), Mosquera (*Crotón sp.*), Sávila, (*Aloea vera*) (GADM Latacunga, 2016).

b) Fauna

La fauna se divide en distintos tipos de acuerdo al origen geográfico de donde provienen las especies que habitan un ecosistema o biotopos, algunos animales mamíferos también se pueden observar cómo lobos, cervicabra, pumas, venados, caballos salvajes, toros bravos, alpacas conejos, osos entre otros. Los pájaros que viven en la zona son los imponentes cóndores andinos, gavilán de espalda roja, curiquingue, águilas, torcaza, gaviota andina, perdiz de páramo, gallareta, pato punteado y quilico (GADM Latacunga, 2016).

9.1.3. Componente Social

El área del cantón Latacunga es de 138630,60 hectáreas, está conformado por 5 parroquias urbanas y 10 rurales. Las parroquias urbanas son las siguientes: La Matriz, Ignacio Flores, Eloy

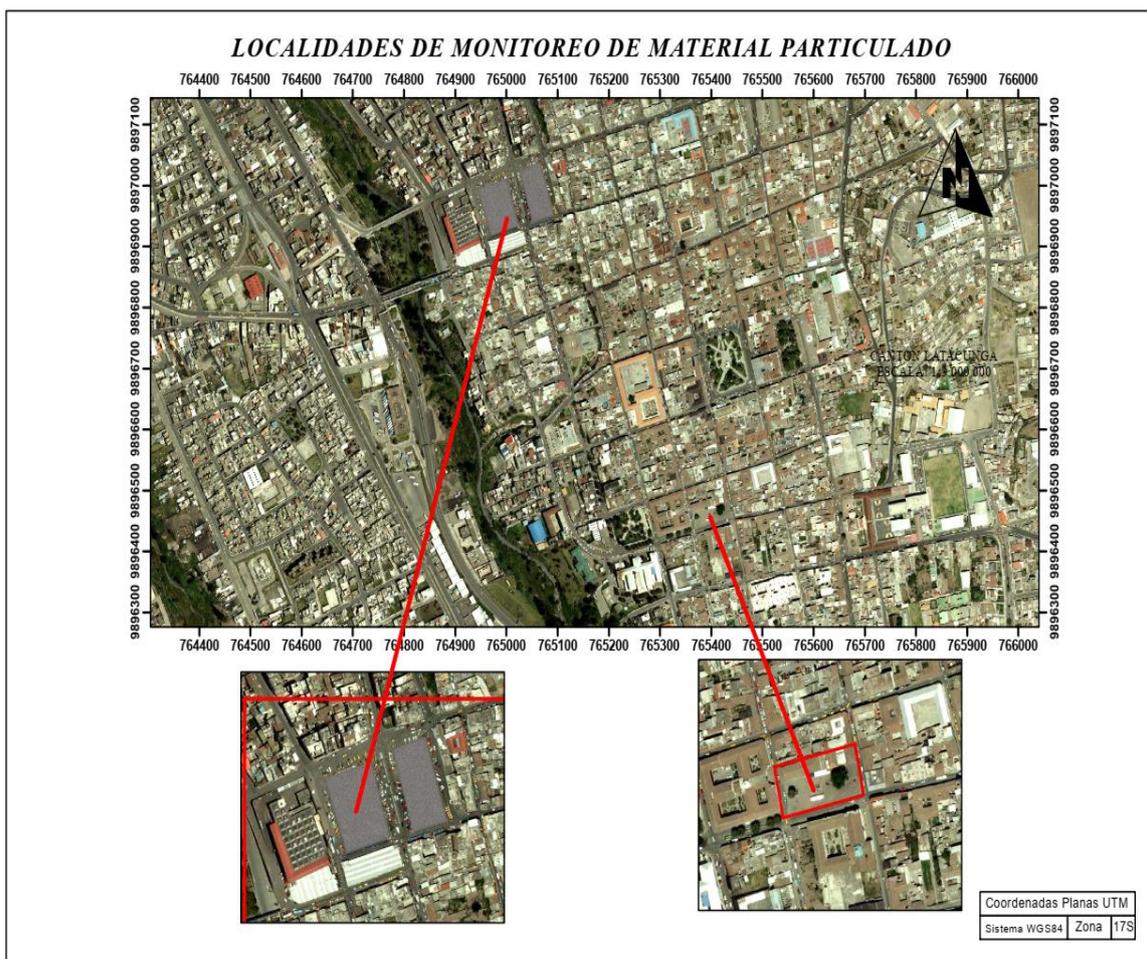
Alfaro, Juan Montalvo, San Buenaventura y las parroquias rurales son: Álaquez, Pastocalle, Joseguango Bajo, Belisario Quevedo, Guaytacama, Poaló, Once de Noviembre, Tanicuchí, Mulaló y Toacaso. (GADM Latacunga, 2016).

El dato que se tiene con respecto a la auto-identificación al 2010 arroja que el mayor porcentaje se reconoce como mestizo en un 83,30%; la población que se auto-identifica como indígena 8,50%

9.2 Ubicación del área de estudio

Para la presente investigación se ubicó dos localidades para el monitoreo ubicadas en la plazoleta de El Salto que se encuentra limitada al norte por las calle Félix Valencia, al sur por la Av. Cinco de Junio, al este por la Av. Amazonas y al oeste por la calle Antonia Vela y la plazoleta San Agustín cuyos límites están dados al norte por la calle Tarqui, al sur por la calle Hermanas Páez, al este calle Quito y al oeste la calle Belisario Quevedo de la parroquia La Matriz en el Cantón Latacunga.

Figura 1. Ubicación del área de estudio



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

9.3 Tipo de Investigación

9.3.1 Investigación descriptiva

En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno (Cazau, 2006). La investigación descriptiva se utilizó en el presente trabajo para la descripción del área de estudio y la noción del estado actual del problema identificado de la situación actual de la Parroquia La Matriz.

9.3.2 Revisión bibliográfica

Según Hernández y otros (2014), afirma que esta modalidad está orientada a resolver una situación o problema y obtener conocimientos mediante la recopilación, análisis e interpretación de información obtenida exclusivamente de fuentes documentales. Se utilizó para el análisis de la información con la revisión y recopilación de fuentes bibliográficas, revistas, artículos científicos y documentos online facilitando la identificación del problema de investigación y estableciendo conocimientos necesarios para la estructuración del marco teórico como también para el ejecución de los resultados y discusión del proyecto.

9.3.3 Investigación de campo

La investigación de campo se lleva a cabo con la finalidad de dar respuesta a algún problema planteado previamente, extrayendo datos e informaciones a través del uso de técnicas específicas de recolección, como entrevistas, encuestas o cuestionarios (Hernández y otros, 2014).

Se aplicó este tipo de investigación para la toma de datos y recopilación de información con la utilización del equipo de monitoreo en las localidades de el Salto y San Agustín.

9.4 Método

9.4.1 Método Inductivo

El método inductivo es una forma de razonamiento en la que se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales (Rodríguez, Pérez, & Alipio, 2017).

Este método se utilizó para generar conocimientos generales de la contaminación por material particulado emanado por los vehículos que circulan en las localidades elegidas partiendo del monitoreo in situ.

9.5 Técnicas

9.5.1 Observación directa

La observación directa se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede. Esta técnica permitió realizar un planteamiento adecuado del problema de estudio para la recolección de datos donde el fenómeno a estudiar se desenvuelve y de esa manera aproximarse lo más posible a la realidad. También permitió un acercamiento al área de estudio donde se lleva a cabo el trabajo de campo.

9.5.2 Monitoreo mediante el uso del equipo E - BAM

La técnica de monitoreo permitió recolectar, analizar y utilizar información que el equipo de monitoreo E – BAM registra de acuerdo a la programación que se le programe, en este caso se los registros de monitoreo de las mediciones de material particulado se realizaron cada 15 minutos durante 24 horas en cada una de las áreas de estudio.

9.5.3 Análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva para tabular los datos monitoreados en las dos localidades, obtener su media aritmética y llegar a concluir en base a los resultados obtenidos.

Tabla 8. Valores obtenidos en los monitoreos de material particulado

Hora	El Salto		San Agustín	
	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}
14h00	79	4,25	9	13
15h00	19	7	0	7,5
16h00	12	9	21	13
17h00	12	8	14	7
18h00	14	12	21	10
19h00	22	14	16	17
20h00	24	10	19	24
21h00	9	15	20	19
22h00	8	11	14	15
23h00	3	0	9	20
24h00	5	7	23	9
01h00	0	4	10	27
02h00	6	6	10	12
03h00	5	2	6	12
04h00	0	4	13	17
05h00	7	2	6	18
06h00	6	2	14	17
07h00	9	9	24	22
08h00	11	8	16	14
09h00	5	2	8	20
10h00	15	8	22	21

11h00	23	4	15	4
12h00	11	1	13	9
13h00	11	6	16	3
Promedio	13,17	6,47	14,13	14,60

Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

9.5.4 Fichaje

Mediante el fichaje se registró cada una de las mediciones de material particulado con el monitreador y se registró en una base de datos digital utilizando una hoja de datos.

9.5.5 Instrumentos

a. Recursos Tecnológicos

Cámara fotográfica.- utilizada para registros fotográficos

Computadora.- Procesamiento, manejo y análisis de resultados

GPS.- Se usará para la georreferenciación de las localidades de monitoreo

Equipo de monitoreo E – BAM para PM₁₀ y PM_{2,5}.

Software de Sistema de Información Geográfica.- Elaboración y delimitación de área de estudio

Microsoft Excel.- Proceso y cálculo de las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5}.

9.6 Metodología para la realización del monitoreo y análisis de acuerdo a la Norma Ambiental vigente

De acuerdo a la Legislación Ecuatoriana Ambiental en la Reforma del Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516 y el Acuerdo Ministerial 97 publicado en el Registro Oficial Edición especial 387 del 4 de noviembre del 2015, página 39

Tabla 9. Estándares establecidos por la Legislación Ecuatoriana (TULSMA)

Contaminantes	Tiempo de exposición	Máxima concentración permitida
PM ₁₀	1 año	50 µg/m ³
	24 horas	100 µg/m ³
PM _{2,5}	1 año	15 µg/m ³
	24 horas	50 µg/m ³

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec> (2018)

9.6.1. E-BAM

La Normativa Ecuatoriana TULSMA (Texto Unificado Legislación Secundaria), El libro VI Anexo 4 Tabla 1 nos manifiesta sobre los límites permisibles de las emisiones del material particulado, la cual también nos manifiesta que para el respectivo monitoreo se debe seguir la Normativa EPA-450/4-87-007 de Mayo de 1987 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la Prevención del Deterioro Ambiental.

Se siguió las instrucciones para realizar el respectivo monitoreo tales como:

a. Selección del Sitio de Muestreo.

El sitio óptimo para el monitoreo del aire ambiental es un lugar donde el E-BAM está cerca de la zona de respiración (breathing zone) de las personas. Sin embargo, por consideraciones prácticas, tales como, la prevención de vandalismo, por seguridad, adecuada accesibilidad, disponibilidad de electricidad, etc., generalmente requiere que el E-BAM sea instalado en un sitio elevado. Dadas estas consideraciones, existe un rango de alturas aceptables que pueden ser usadas. El E-BAM debe ubicarse entre 2-15 metros sobre el nivel del suelo, al ubicar el equipo se debe tomar muy en cuenta la dirección del viento.

b. Espaciamento desde Obstrucciones.

El E-BAM debe ser instalado en un área libre de obstrucciones. La distancia entre las obstrucciones y el E-BAM debe ser al menos el doble de la altura en que la obstrucción sobresale del E-BAM. Adicionalmente, debe existir un flujo de aire sin restricción en al menos un arco de 270 o alrededor del E-BAM.

c. Espaciamento desde Carreteras/Caminos (Roads).

Al localizar el E-BAM cerca de una calle de menor tráfico, debe estar a una distancia mayor de 5 metros del límite de la vía de tráfico más cercana y entre 2 a 15 metros sobre el nivel del suelo. Al localizar un E-BAM, por debajo del nivel de una autopista (5 metros o más), debería ser localizado no más cercano a aproximadamente 25 (metros) desde el borde de la pista de tráfico más cercana.

El E-BAM no debe ser ubicado en áreas no pavimentadas, a menos exista una cubierta vegetal del terreno durante todo el año. La cubierta vegetal, minimiza el impacto del arrastre de polvo suspendido o polvos fugitivos.

El monitoreo que se realizó con el equipo E-BAM es de 24 horas ya que así nos especifica la normativa.

Una vez obtenido los datos del material particulado se obtuvo un registro de datos para su posterior análisis.

Se utilizó el programa Excel para realizar la base de datos y el análisis.

Luego de haber adquirido los datos se procedió al análisis de acuerdo a la Normativa Ecuatoriana TULSMA, Anexo4, Tabla 1 y así comparar si se encuentran o no en los límites permisibles.

9.7 Diseño no Experimental

La investigación realizada nos proporcionó los datos del monitoreo mediante el uso del equipo E – BAM, el diseño no experimental permitió utilizar los datos obtenidos para aplicar estadística descriptiva mediante la aplicación de medidas de tendencia central como es la media aritmética.

9.7.1 Media

Mediante esta fórmula se obtuvo el promedio de los datos monitoreados y con este valor comparar el grado de contaminación por material particulado entre las dos localidades de la parroquia La Matriz y a la vez comparar con la normativa ambiental vigente reformada en el Registro Oficial edición especial N° 387 del 4 de noviembre del 2015 dispuesto en el Acuerdo ministerial 097 A.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_1 + X_2 \dots X_n}{N}$$

\bar{x} : Media muestral

N: Número total de datos de la muestra

X₁, X₂..., X_n: Conjunto de datos de observación

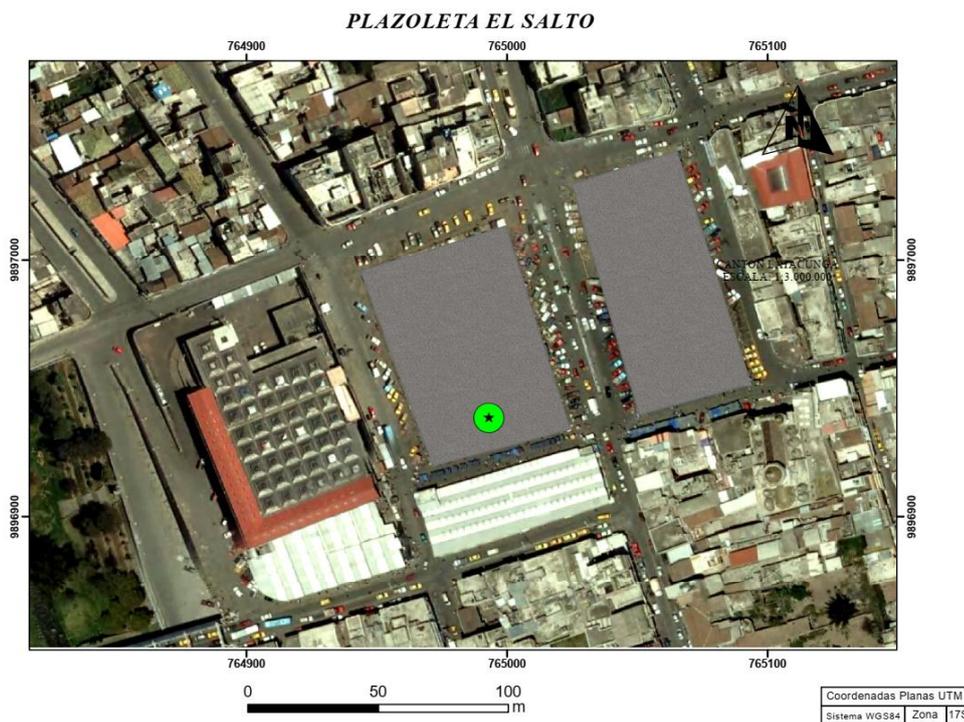
\sum : Sumatoria

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Monitoreo del material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} Plazoleta El Salto

En la siguiente figura se puede observar las horas donde se generan las emisiones más altas del material particulado PM₁₀, estos picos altos se encuentran en el horario de las 14h00 pm con un valor de 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, estos monitoreos se realizaron el día miércoles 15 de mayo del presente año en la plazoleta El Salto que se encuentra limitada al norte por la calle Félix Valencia, al sur por la Av. Cinco de Junio, al este por la Av. Amazonas y al oeste por la calle Antonia Vela. Siendo esta hora mayormente transitada por la salida de los estudiantes y el aumento de circulación vehicular por las calles mencionadas anteriormente. Estos valores se deben a la presencia de vehículos que circulan por la zona, de acuerdo a Gaviria y otros (2011), el material particulado es un contaminante primario generado por la combustión ineficiente de combustibles fósiles; para el caso del menor de 10 micrómetros (PM₁₀), el mayor precursor es la combustión de diesel.

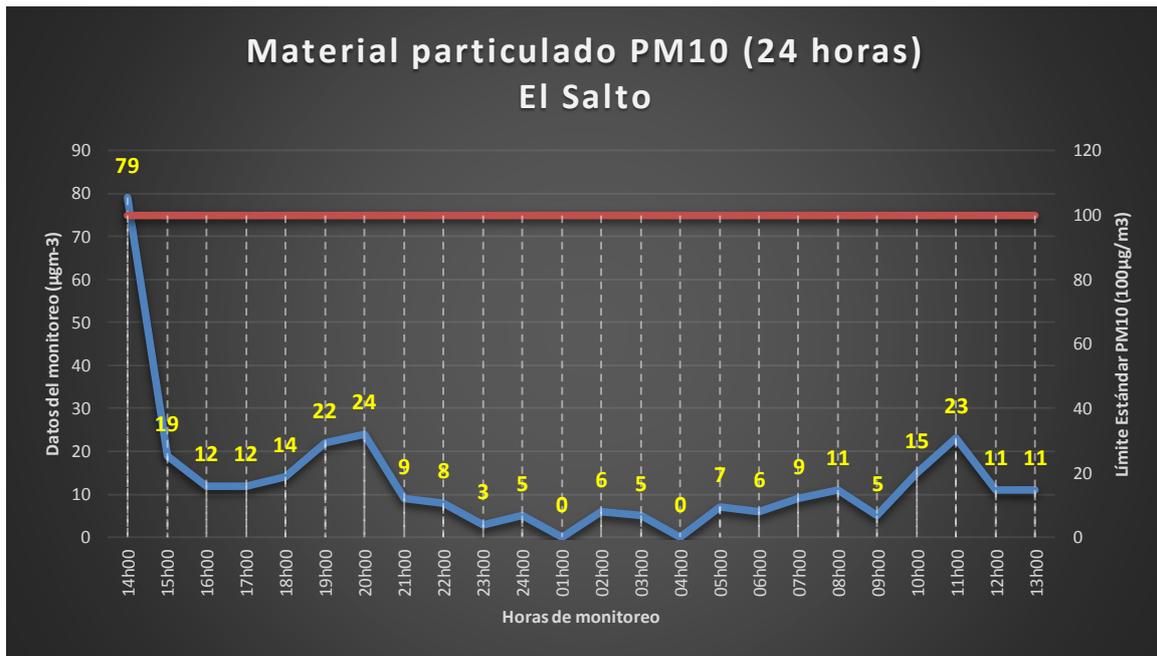
Figura 2. Mapa Georreferenciado Plazoleta el Salto



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

Se puede observar en la figura 3 que a las 14h00 pm se obtuvo un valor de 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el más alto en las 24 horas de monitoreo al comparar con los valores límites de TULSMA se encuentra bajo los valores estándar. En los puntos que tenemos valores de 0 es debido a la ausencia de actividad en esas horas que genere material particulado.

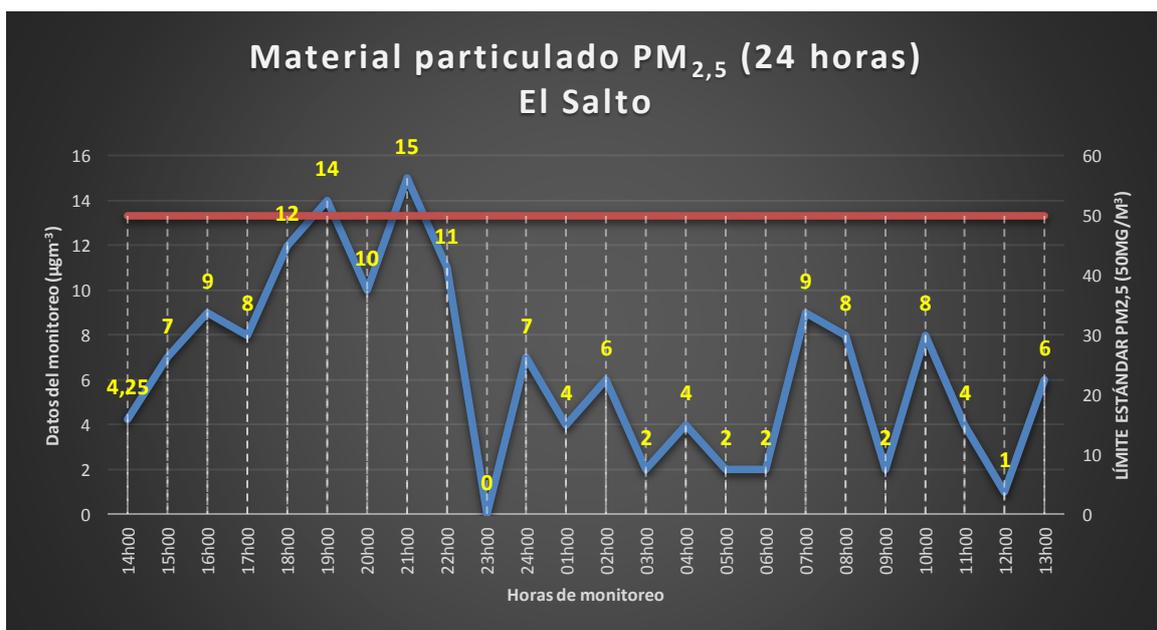
Figura 3. Datos del Material Particulado PM₁₀ (24 HORAS) en la Plazoleta El Salto



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

En la figura 4 se observa claramente las horas donde el material particulado aparece con valores altos, a partir de las 18h00 pm hasta las 21h00 pm hay mayor contaminación de partículas PM_{2.5}. Posiblemente es debido a la circulación vehicular que genera la salida de los puestos de trabajo, unidades educativas e instituciones de educación superior. Los valores alcanzados están en un rango de 12 a 15 µg/m³, siendo las 21h00 pm donde alcanza el pico más alto con 15 µg/m³ que se encuentra bajo los valores estándar 50 µg/m³.

Figura 4. Datos del Material Particulado PM_{2.5} (24 HORAS) en la Plazoleta El Salto



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

10.2 Monitoreo del material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} Plazoleta San Agustín

Figura 5. Mapa Georreferenciado Plazoleta San Agustín



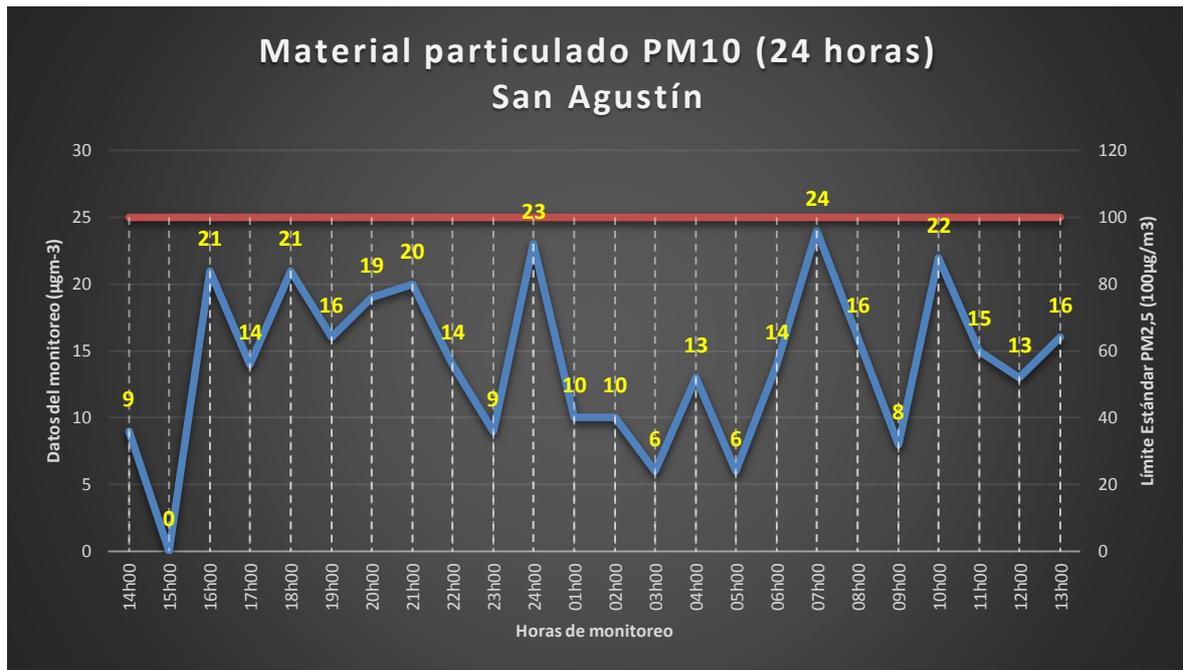
Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

Estas mediciones fueron realizadas en la localidad de la Plazoleta de San Agustín cuyos límites están dados al norte por la calle Tarqui, al sur por la calle Hermanas Páez, al este la calle Quito y al oeste la calle Belisario Quevedo, podemos observar en la figura 6 algunos valores altos de las emisiones de contaminantes en diferentes horarios, donde el pico más alto es 07h00 con $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los picos siguientes fueron a las 24h00 pm con $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y a las 10h00 am con $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

El valor más alto obtenido fue debido a la presencia de tránsito vehicular, por lo que genera mayor cantidad de material particulado. En el horario de las 24h00 pm tenemos un valor de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ esto debido a los vientos fuertes que circulan por la ciudad, además, la corriente de viento en la ciudad en el año 2018 promedió una velocidad de 1,8 m/s de acuerdo a datos de la Estación Meteorológica de la UTC – CEASA.

En los puntos que tenemos valores de 0 es porque en esas horas no existe ninguna actividad que genere material particulado.

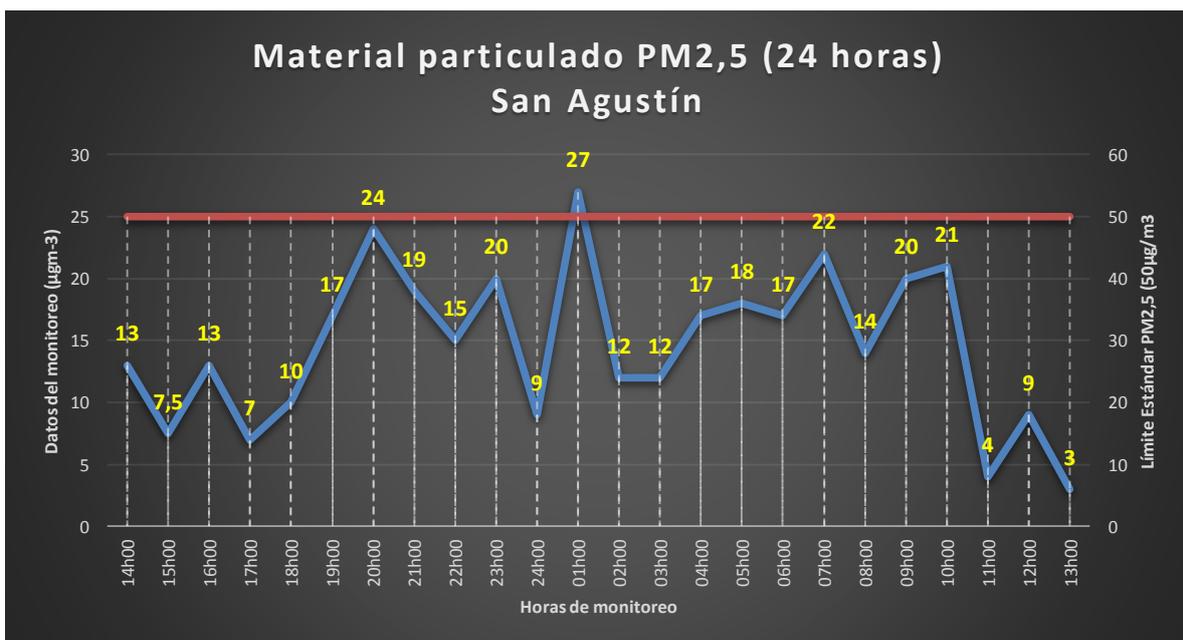
Figura 6. Datos del Material Particulado PM₁₀ (24 HORAS) en la Plazoleta de San Agustín



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

En la figura 7 se observa que para el material particulado PM_{2.5} se presentan valores altos en diferentes horarios donde hay emisiones registradas en el equipo E – BAM, 20h00 pm, 01h00 am, 07h00 am y 10h00 am. El pico más alto se da a las 01h00 am con un valor de 27 µg/m³, esto se debe a las corrientes de aire que levantan polvo, a las 07h00 am se tiene un valor de 22 µg/m³ donde a esta hora aumenta el tránsito vehicular y existe una disminución de la velocidad del viento. Los valores registrados se encuentran dentro de límite estándar de 65 µg/m³.

Figura 7. Datos del Material Particulado PM_{2.5} (24 HORAS) en la Plazoleta de San Agustín

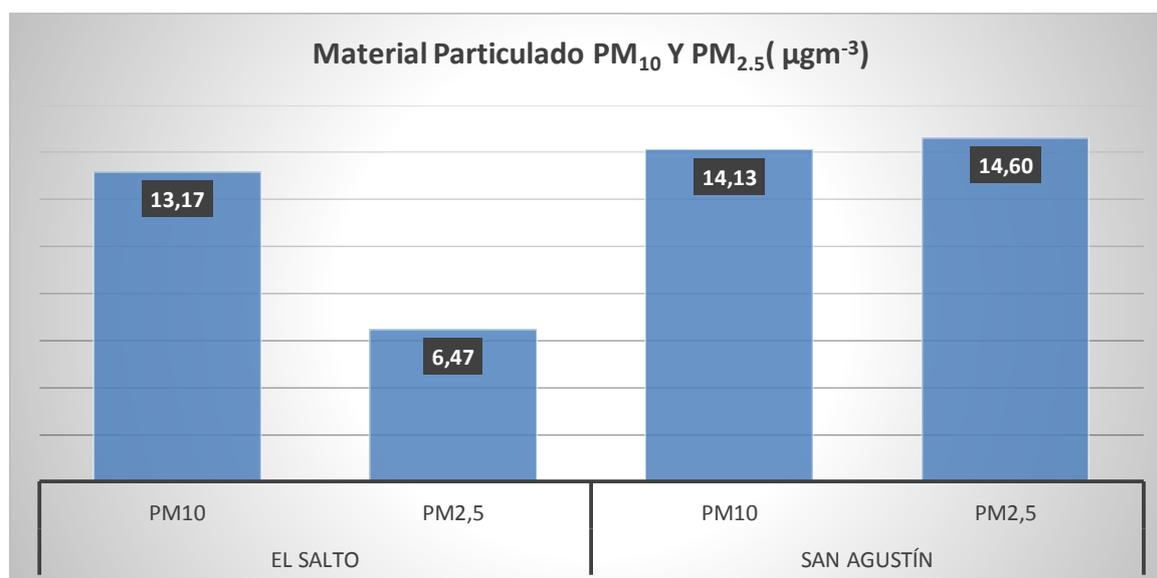


Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

10.3 Comparación del monitoreo promedio en las localidades de muestreo

En la figura 8 se realizó la comparación entre los promedios de los monitoreos en cada una de las localidades, donde se puede indicar que hay mayor contaminación de material particulado en la Plazoleta de San Agustín con valores promedio de PM_{10} $13,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $PM_{2,5}$ $14,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras que en la Plazoleta El Salto se obtuvieron promedios de $13,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM_{10} y $6,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para $PM_{2,5}$, la gran cantidad de vehículos que circulan en la mencionada zona generan material particulado que son emanadas al aire libre, así causando la contaminación del aire y enfermedades a la población. Además, se puede asumir que el día del monitoreo hubo precipitación lo cual pudo de una u otra afectar a la toma de datos, conociendo que la Plazoleta de El Salto es mucho más transitada y por lo tanto debería tener un promedio mucho mayor que en San Agustín.

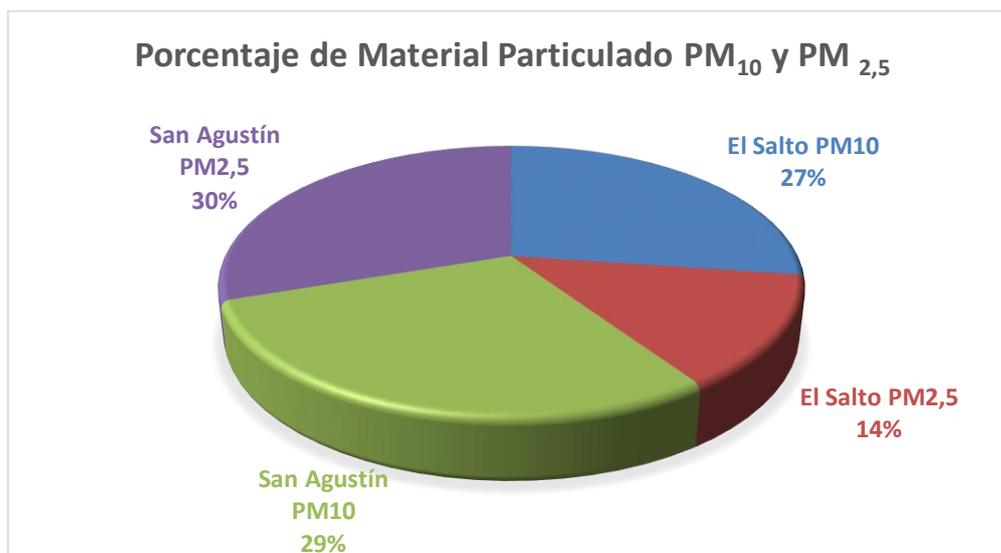
Figura 8. Datos de comparación entre las localidades monitoreadas



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

Según los citados Valores Guía de protección para la salud de la OMS para valores medios anuales, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sería el nivel más bajo a partir del cual se ha detectado asociación entre efectos cardiopulmonares y mortalidad por cáncer de pulmón debido a la exposición prolongada a $PM_{2,5}$. Para niveles de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ este riesgo aumenta un 15%; mientras que para niveles de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la mortalidad prematura disminuye en un 6% (2-11%) (Linares & Días, 2008).

Figura 9. Porcentajes de Material Particulado monitoreado en cada una de las localidades



Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

En tabla 9, se analiza los valores promedio obtenidos del monitoreo realizado en las dos localidades Plazoleta El Salto y Plazoleta de San Agustín durante las 24 horas para realizar la respectiva comparación, según la Normativa Ecuatoriana TULSMA, El libro VI Anexo 4 Tabla 1, los resultados se encuentran bajo los límites estándar permisibles. También se puede indicar que hay picos altos en determinadas horas en cada una de las localidades sin que lleguen a superar los límites anteriormente indicados. (Ver Tabla 10)

Tabla 10. Datos para la comparación con la Normativa Ecuatoriana Tulsma

PUNTOS	MATERIAL PARTICULADO	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ALERTA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ALARMA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EMERGENCIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CUM PLE	NO CUMPLE
El Salto	PM ₁₀	13,17	250	400	500	X	
	PM _{2,5}	6,47	150	250	350	X	
San Agustín	PM ₁₀	14,13	250	400	500	X	
	PM _{2,5}	14,60	150	250	350	X	

Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

10.4 Estrategias de mitigación y control de contaminantes del material particulado PM₁₀ y PM_{2,5}.

Al obtener valores promedio bajo los límites estándar para contaminación por material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} de acuerdo a la Normativa Ecuatoriana de Calidad del Aire TULSMA Libro 6, Anexo 4, Tabla 1, no se debería emitir estrategias de mitigación, más siempre se debe tomar en cuenta que la contaminación ambiental está presente todos los días por material particulado. Por lo tanto, se propondría el trabajo conjunto de las Instituciones

gubernamentales, provinciales y municipales con la academia para realizar monitoreos periódicos y tener una base de datos que permitan tomar las decisiones correctas en el momento que se considere oportuno.

10.5 Propuesta de medidas ambientales de mitigación de material particulado

1. Introducción

El efecto de la contaminación del aire exterior es mayor en zonas urbanas, provoca deterioro en la salud de las poblaciones y es causa de problemas respiratorios. En el Ecuador las ciudades grandes como Quito muestran niveles mayores de contaminación, pero el estudio evidencia que en ciudades intermedias tipo B como Latacunga, la problemática también existe y se incrementa. (Vallejo, González, & Mena, 2016)

La presente propuesta de investigación nos permitirá establecer las medidas ambientales para la mitigación de material particulado de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la parroquia La Matriz de la ciudad de Latacunga con la finalidad de mantener la integridad del sistema ambiental e implementar medidas de mitigación que ayuden a formular en caso de requerirse, las medidas emergentes necesarias para aminorar los impactos ambientales ocasionados por el material particulado presente en el aire de la ciudad.

2. Justificación

Las partículas en suspensión provienen en parte de causas naturales como la erosión, los incendios forestales y las lluvias, entre otros. Estas partículas se sedimentan en el suelo según su composición y tamaño: las partículas cercanas a 10 micras de diámetro tienen un bajo poder de sedimentación, pero las que superan las 20 micras se depositan con facilidad y hay casos que superan las 300 micras de diámetro; además, los fenómenos meteorológicos transportan partículas de arena al paso de vehículos por vías cuya capa de rodadura es de tierra. Estos residuos se depositan en las viviendas, comercios, plantaciones, mobiliario urbano, y otros, siendo perjudiciales para la salud de la población. Cuando superan los límites de tolerancia ocasionan afecciones respiratorias principalmente a los grupos más vulnerables, constituidos por niños y ancianos. (Vallejo, González, & Mena, 2016)

En la actualidad la calidad de aire a tenido grandes problemas de contaminación por la gran cantidad de emisiones hacia la atmósfera, originadas por empresas o fuentes móviles, razón por se propone estrategias que mitiguen la contaminación por material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la parroquia La Matriz del cantón Latacunga, con el fin de determinar debidas medidas de corrección y prevención por la contaminación.

3. Objetivo de propuesta

Elaborar una propuesta de medidas ambientales para la mitigación de material particulado de PM₁₀ y PM_{2,5} en la parroquia La Matriz de la ciudad de Latacunga

4. Metodología

Bibliográfica – Documental

Según Hernández y otros (2014), afirma que esta modalidad está orientada a resolver una situación o problema y obtener conocimientos mediante la recopilación, análisis e interpretación de información obtenida exclusivamente de fuentes documentales. La propuesta de estrategias se respaldó en la revisión de bibliografía, documentos en línea de investigaciones realizadas y revisión de artículos científicos.

5. Plan de capacitación y concientización

El plan de capacitación y concientización ambiental tiene el objetivo de informar sobre las estrategias de mitigación para material particulado como contaminante de la calidad de aire en la ciudad de Latacunga.

Estará dirigido al personal del GADM Latacunga, Ministerio del Ambiente, Instituciones Educativas y público en general, el responsable directo del plan de capacitación es el GADM Latacunga en conjunto con el Alma Mater, la Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente que se encuentra realizando proyectos de investigación vinculados con la calidad de aire y la contaminación ambiental.

El impacto ambiental identificado es la contaminación del aire con material particulado y las medidas de mitigación propuestas son las siguientes:

- Controlar que los vehículos cumplan con las normativas de emisión de gases a la atmósfera de acuerdo a la Normativa ambiental,
- Verificar que los vehículos tengan el mantenimiento adecuado,
- Verificar que durante las actividades de extracción de material pétreo alrededor de la ciudad se lo realice adecuadamente,
- Los caminos de tierra se deberían humedecer para evitar el arrastre por viento de las partículas y polvo; y,
- Verificar que los camiones que transitan por la ciudad acarreado escombros o tierra sean cubiertos por lonas para evitar el arrastre del viento de las partículas y polvo.

Estas medidas de mitigación estarán vinculadas a las normativas ambientales ecuatorianas como: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002 y TULSMA, Libro VI de la Calidad Ambiental.

Además, los medios de verificación para la capacitación serán los registros de monitoreo de la calidad de aire, registros fotográficos y registro de actividades realizadas.

El plazo para la presentación estará coordinado por el GADM Latacunga y la carrera de Medio Ambiente de la UTC, como también la periodicidad de las capacitaciones en torno a la temática especificada al inicio.

Los resultados de la contaminación ambiental por material particulado en dos sectores de la parroquia La Matriz del cantón Latacunga constituirá el primer tema de capacitación, dando a conocer las cifras actuales de contaminación por PM, problemas y afectaciones a la salud y actividades de mitigación para el impacto ambiental especificado.

6. Plan de mitigación de resultados

- Se deberán organizar las excavaciones y movimiento de suelo de modo de minimizar la voladura de polvo. Una premisa será disminuir a lo estrictamente necesario las tareas de excavación y movimiento de tierra. Estas tareas deberían ser evitadas en días muy ventosos, especialmente tratándose de una zona con características suburbana-rural
- La preservación de la vegetación en toda la zona, minimizando los raleos a lo estrictamente necesario, contribuye a reducir la dispersión de material particulado.
- Se deberá regar periódicamente, solo con AGUA, los caminos de tierra reduciendo de esta manera el polvo en la zona.
- Esta medida tiene por finalidad prevenir enfermedades respiratorias en la población.
- Elaboración de modelos participativos de gestión urbana, también estrategias de rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial, respetando el medio ambiente y áreas de riesgo socio natural; a la vez promover acciones iniciales de regulación, control y monitoreo en relación a la calidad del aire que requiere gestionar el GADM de Latacunga.

11. IMPACTOS

11.1 Social

La presencia de material particulado disperso en el aire libre de la ciudad es un problema diario, afectando a la salud de las personas y produciendo enfermedades cardio – respiratorias. Las autoridades de turno son los llamados a trabajar por el bienestar de los ciudadanos en el tema medio ambiental, de acuerdo a la Constitución de la República: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado...”. La información que se presenta en la investigación nos alerta de la contaminación por material particulado en dos sectores de la ciudad de Latacunga, que a futuro ocasionarán enfermedades respiratorias a la población.

11.2 Ambiental

El material particulado puede generar problemas en el ambiente, al estar suspendido en el viento puede llegar a cambiar la composición química por sedimentación de lagos, arroyos, ríos, también puede tener efectos perjudiciales sobre la biodiversidad de los ecosistemas. Con la investigación realizada donde se determinó los valores de PM10 y PM2,5 se verifica que existe contaminación en el ambiente de la ciudad de Latacunga, donde las autoridades del Ministerio del Ambiente deberían tomar medidas correctivas para mitigar este problema.

12. PRESUPUESTO

RECURSOS	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
RECURSO HUMANO				
Tutor				
Estudiante				
RECURSO, MATERIALES				
Libreta de campo	1	libreta	1,50	1,50
Lápiz	1		0,60	0,60
Esfero	1		0,75	0,75
GPS	1	2 salidas de campo (10)	3,00	30,00
Equipo para la medición del material particulado	1	4 salidas de campo (96 horas)	8,00	768,00
Cámara fotográfica	1	4 salidas de campo (16 horas)	2,00	32,00
Anillado	3	Anillados	1,25	3,75
RECURSO TECNOLÓGICO				
Internet	1	200 horas	0,60	120
Copiadora	1	150 hojas	0,10	15,00
		Alimentación	30,00	30,00
OTROS		Transporte	10,00	10,00
		Gastos adicionales	20,00	20,00
TOTAL				1031,6
IMPROVISTOS 10%				103,16
TOTAL GENERAL				1134,76

Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Luego de diagnosticar las localidades monitoreadas en la Parroquia La Matriz del Cantón Latacunga, los resultados obtenidos indican que el monitoreo del material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ de las dos localidades cumplen al 100% los valores monitoreados que se encuentran bajo los límites estándar permisibles de acuerdo a la Normativa Ambiental Ecuatoriana.
- Al comparar las localidades monitoreadas se pudo constatar que la Plazoleta de San Agustín tiene mayor contaminación de material particulado PM_{10} con $14,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $PM_{2,5}$ con $14,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que ocasiona problemas en la salud de los pobladores, especialmente en las vías respiratorias.
- Se debe tener en cuenta que la contaminación ambiental está presente siempre por material particulado, por lo tanto, se propondría el trabajo conjunto de las Instituciones gubernamentales, provinciales y municipales con la academia para realizar monitoreos periódicos y tener una base de datos que permitan tomar decisiones acertadas.

13.2 Recomendaciones

- Por la importancia del estudio se debe realizar investigaciones sobre la composición química y concentración del material particulado en diferentes sectores de la ciudad de Latacunga.
- Compartir la información a las autoridades y ciudadanía de las localidades monitoreadas sobre los resultados obtenidos en la investigación y exponer que no estamos libres de contaminación por material particulado.
- Se debería realizar en todas las parroquias del Cantón Latacunga la medición y monitoreo de material particulado, ampliando el tiempo para obtener resultados que muestren una realidad sobre la contaminación del aire del cantón.
- Los monitoreos deben ser periódicos para determinar si existe o no un aumento en la contaminación del aire por material particulado o a su vez de terminar cuales son los períodos de tiempo donde aumenta esta contaminación.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Adonis, M., Cáceres, D., Moreno, G., & Gil, L. (1995). Contaminación del aire en espacios interiores. *Ambiente y Desarrollo*, 79 - 89.
- Agencia de Salud Pública de Barcelona. (Noviembre de 2012). <https://www.aspb.cat>.
Obtenido de <https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2016/05/particulas.pdf>
- Arciniégas, C. (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. *Luna Azul*, 195 - 213.
- Barría, R., Calvo, M., & Pino, P. (2016). Contaminación intradomiciliaria por material particulado fino (MP2,5) en hogares de recién nacidos. *Revista Chilena de Pediatría*, 343 - 350.
- Billet, S., Garc-on, G., Dagher, Z., Verdin, A., Ledoux, F., Cazier, F., . . . y Pirouz, S. (2007). Ambient Particulate Matter (PM2.5): Physicochemical characterization and metabolic activation of the organic fraction in human lung epithelial cells (A549). *Environmental Research*, 212 - 223.
- Boldo, e. (2012). <https://pdfs.semanticscholar.org>. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/92e4/23e0529a540c965da49e2843e746c3de4b24.pdf>
- Cárdenas, H. (2009). Consideraciones del material particulado en Bogotá. Alternativas tecnológicas de medición de la calidad del aire. *Tecnura*, 104 - 115.
- Cazau, P. (2006). <http://alcazaba.unex.es>. Obtenido de <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Cifuentes, L., Krupnick, A., O'Ryan, R., & Toman, M. (2005). <https://publications.iadb.org>. Obtenido de <https://publications.iadb.org/en/publication/urban-air-quality-and-human-health-latin-america-and-caribbean>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito.
- Córdova, M., & Sánchez, C. (2017). <http://repositorio.uta.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24456>
- Corleto, E., & Cortéz, A. (2012). *Comparación De Los Métodos De Bergerhoff Y Placas Receptoras Para La Cuantificación De Polvo Atmosférico Sedimentable*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.:http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2776/>

- Cruz, A., & Jiménez, A. (2006). <http://repository.lasalle.edu.co>. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14838/T41.06%20C889e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escalante, C., & Chávez, R. (2017). <http://www.bvsde.ops-oms.org>. Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaidis/ecuador10/moni.pdf>
- Fang, G., Chang, C., Chu, C., Wu, Y., Fu, P., Yang, I., & y Chen, M. (2003). Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM_{2.5} and PM_{2.5-10} aerosols at a farm sampling site in Taiwan Taichung. . *The Science of the Total Environment*, 157 - 166.
- GADM Latacunga. (2016). <http://latacunga.gob.ec>. Obtenido de http://latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, 81 - 92.
- García R., F. &. (2006). Distribución espacial y temporal de la concentración de material particulado en Santa Marta, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 73 - 82.
- Gaviria, C., Benavides, P., & Tangarife, C. (2011). Contaminación por material particulado (pm_{2,5} y pm₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 241 - 250.
- Green, J., & Sánchez, S. (2013). <http://www.minambiente.gov.co>. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/La_Calidad_del_Aire_en_Am%C3%A9rica_Latina.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw - Hill.
- Katz, M. (2011). <http://www.inet.edu.ar>. Obtenido de <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/aire.pdf>
- Linares, C., & Días, J. (2008). <https://www.um.es/>. Obtenido de https://www.um.es/estructura/servicios/spreencion/c-seguridad/documentos/EE_58_PM25.pdf

- Met One Instruments Inc. (2001). <https://www.env.nm.gov>. Obtenido de https://www.env.nm.gov/wp-content/uploads/2018/02/SpanishVersion_OperatingManual.pdf
- Ministerio de Agricultura, A. y. (2013). <https://www.miteco.gob.es>. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio
- Ministerio del Ambiente. (2006). *Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2010). <http://www.ambiente.gob.ec>. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2009). <http://siar.regionjunin.gob.pe>. Obtenido de <http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/430.pdf>
- Neversj, N. (1998). *Ingeniería del Control de la Contaminación del Aire*. México: McGraw - Hill.
- Onel, B., Castaño, D., & Osorio, y. (2017). <https://repository.udca.edu.co>. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/796/1/Informe%20Final.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). <https://apps.who.int/>. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=639B579515509BDE55D1A3D929781600?sequence=1
- Organización Panamericana de la Salud. (2018). <https://www.paho.org/>. Obtenido de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es
- Osseiran, N., & Lindmeier, C. (2018). <https://www.who.int>. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
- Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 16 - 25.
- Pérez, H., Lunagómez, M., & Acosta, L. (2010). Análisis de partículas suspendidas torales (PST) y partículas fracción respirable (PM10), en Cunduacán, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 151 - 162.
- PNUMA, Ecuador, F., Ambiente, M. d., BID, ECORAE, PMRC, & ESPOL. (2008). <http://www.pnuma.org>. Obtenido de <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEO%20Ecuador%202008.pdf>

- Reinoso, L. (18 de Agosto de 2018). Aire contaminado en Latacunga. *La Hora*, pág. A4.
- Rodríguez, A., Pérez, J., & Alipio, O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 1 - 26.
- Romero, M., Diego, F., & Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 1 - 14.
- Sánchez, C. (2013). <https://es.slideshare.net/>. Obtenido de <https://es.slideshare.net/claudiapati2013/plan-de-socializacion>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). <http://biblioteca.semarnat.gob.mx>. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/225459.pdf>
- Soluciones Ambientales Totales. (2016). <https://www.metrodequito.gob.ec>. Obtenido de <https://www.metrodequito.gob.ec/metronw/wp-content/uploads/2018/01/Cap%C3%ADtulo-13.-Plan-de-Manejo-Ambiental-Rev-2.pdf>
- Valdunciel, J. (s. f.). <http://wwwsp.inia.es>. Obtenido de <http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/DTEVPF/Unidades/CentrosEnsayo/EstacionEnsayos/Documents/M%C3%A9todospatata.pdf>
- Vallejo, P., González, C., & Mena, F. (2016). <http://scielo.senescyt.gob.ec/>. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000200109

15. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida de los Investigadores.

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES: Oscar Rene

APELLIDOS: Daza Guerra

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0400689790

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Calle Alejandro Villamar 2- 17 y Maldonado (Ibarra)

NÚMEROS TELÉFONICOS: (06) 2 644 – 247 - 095058997

E-MAIL: Oscaryrene@yahoo.es



2.- EDUCACIÓN FORMAL

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

3.- EXPERIENCIA DE TRABAJO

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

CURRICULUM VITAE

1. Datos Personales:

Nombre: Jason Cristhian
Apellidos: Rodriguez Castro
Cedula de ciudadanía: 050292211-5
Fecha Nacimiento: 12/10/1994
Estado Civil: Soltero
Teléfono: 02-458-5047
Móvil: 0995494773
Ciudad: Machachi
Dirección: El Obelisco – La Calera – Av. Las Acaceas
E-mail: cristhian.rodriguez5@utc.edu.c



2. Formación Académica:

PRIMARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela Fiscal “Juan Tulcanaz Arroyo”
SECUNDARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Colegio Nacional Técnico “Rafael Vasconez Gómez”
NIVEL SUPERIOR	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Técnica de Cotopaxi

3. Títulos Obtenidos:

- Título de Bachiller Industrial Electromecánica Automotriz
- Certificación de nivel B1 del Idioma Inglés.

4. Seminarios – cursos Realizados:

- Seminario de capacitación en Calidad Ambiental
- Foro “los Recursos Hídricos en Cotopaxi”
- I Congreso Binacional Ecuador-Perú, Agropecuaria, Medio Ambiente y Turismo 2019, Estadística Aplicada a variables Ambientales y Biodiversidad.
- Seminario de Instrumentación Ambiental

• Experiencia Laboral:

Ninguna

• Referencias personales:

Amaguaña Ramiro: 0995283499

Anexo 2. Datos del monitoreo

Time	ConcRT (mg/m3)	ConcHr (mg/m3)	Suma	Promedio	ug/m3
15/05/2019 13:15	0	0			
15/05/2019 13:30	0	0			
15/05/2019 14:00	0,006	0,079	0,316	0,079	79,0
15/05/2019 14:15	0,043	0,079			
15/05/2019 14:30	0,006	0,079			
15/05/2019 14:45	0,013	0,079			
15/05/2019 15:00	0,025	0,019	0,076	0,019	19,0
15/05/2019 15:15	0	0,019			
15/05/2019 15:30	0,009	0,019			
15/05/2019 15:45	0,026	0,019			
15/05/2019 16:00	0,018	0,012	0,048	0,012	12,0
15/05/2019 16:15	0,022	0,012			
15/05/2019 16:30	0,024	0,012			
15/05/2019 16:45	-0,004	0,012			
15/05/2019 17:00	-0,004	0,012	0,048	0,012	12,0
15/05/2019 17:15	0,024	0,012			
15/05/2019 17:30	0,007	0,012			
15/05/2019 17:45	0,026	0,012			
15/05/2019 18:00	0,022	0,014	0,056	0,014	14,0
15/05/2019 18:15	0,012	0,014			
15/05/2019 18:30	0,022	0,014			
15/05/2019 18:45	0,015	0,014			
15/05/2019 19:00	0,017	0,022	0,088	0,022	22,0
15/05/2019 19:15	0,01	0,022			
15/05/2019 19:30	0,048	0,022			
15/05/2019 19:45	0,017	0,022			
15/05/2019 20:00	0,027	0,024	0,096	0,024	24,0
15/05/2019 20:15	0,01	0,024			
15/05/2019 20:30	0,006	0,024			
15/05/2019 20:45	0,006	0,024			
15/05/2019 21:00	0,01	0,009	0,036	0,009	9,0
15/05/2019 21:15	0	0,009			
15/05/2019 21:30	0,032	0,009			
15/05/2019 21:45	-0,005	0,009			
15/05/2019 22:00	0,013	0,008	0,032	0,008	8,0
15/05/2019 22:15	-0,005	0,008			
15/05/2019 22:30	0,03	0,008			
15/05/2019 22:45	0,012	0,008			
15/05/2019 23:00	-0,005	0,003	0,012	0,003	3,0
15/05/2019 23:15	0,024	0,003			
15/05/2019 23:30	0	0,003			
15/05/2019 23:45	0,002	0,003			

16/05/2019 0:00	0,011	0,005			
16/05/2019 0:15	-0,005	0,005	0,02	0,005	5,0
16/05/2019 0:30	0,003	0,005			
16/05/2019 0:45	0,012	0,005			
16/05/2019 1:00	-0,004	0			
16/05/2019 1:15	0,007	0	0	0	0,0
16/05/2019 1:30	0,009	0			
16/05/2019 1:45	0,011	0			
16/05/2019 2:00	-0,005	0,006			
16/05/2019 2:15	0,005	0,006	0,024	0,006	6,0
16/05/2019 2:30	0,018	0,006			
16/05/2019 2:45	-0,005	0,006			
16/05/2019 3:00	0,003	0,005			
16/05/2019 3:15	0,002	0,005	0,02	0,005	5,0
16/05/2019 3:30	0,005	0,005			
16/05/2019 3:45	-0,005	0,005			
16/05/2019 4:00	0,01	0			
16/05/2019 4:15	0,013	0	0	0	0,0
16/05/2019 4:30	-0,005	0			
16/05/2019 4:45	0,012	0			
16/05/2019 5:00	0,006	0,007			
16/05/2019 5:15	0,002	0,007	0,028	0,007	7,0
16/05/2019 5:30	0,002	0,007			
16/05/2019 5:45	0,003	0,007			
16/05/2019 6:00	0,001	0,006			
16/05/2019 6:15	0,014	0,006	0,024	0,006	6,0
16/05/2019 6:30	0,004	0,006			
16/05/2019 6:45	0,028	0,006			
16/05/2019 7:00	-0,001	0,009			
16/05/2019 7:15	0,018	0,009	0,036	0,009	9,0
16/05/2019 7:30	0,006	0,009			
16/05/2019 7:45	-0,004	0,009			
16/05/2019 8:00	0,026	0,011			
16/05/2019 8:15	0,018	0,011	0,044	0,011	11,0
16/05/2019 8:30	0,006	0,011			
16/05/2019 8:45	0,012	0,011			
16/05/2019 9:00	-0,005	0,005			
16/05/2019 9:15	0,019	0,005	0,02	0,005	5,0
16/05/2019 9:30	0,017	0,005			
16/05/2019 9:45	0,002	0,005			
16/05/2019 10:00	0,018	0,015			
16/05/2019 10:15	0,002	0,015	0,06	0,015	15,0
16/05/2019 10:30	0,035	0,015			
16/05/2019 10:45	0,001	0,015			
16/05/2019 11:00	0,039	0,023	0,092	0,023	23,0

16/05/2019 11:15	0,007	0,023			
16/05/2019 11:30	0,005	0,023			
16/05/2019 11:45	0,013	0,023			
16/05/2019 12:00	0,01	0,011			
16/05/2019 12:15	0,013	0,011	0,044	0,011	11,0
16/05/2019 12:30	0,019	0,011			
16/05/2019 12:45	0,009	0,011			
16/05/2019 13:00	0,015	0,011			
16/05/2019 13:15	0,022	0,011	0,044	0,011	11,0
16/05/2019 13:30	0,019	0,011			
16/05/2019 13:45	0,014	0,011			
16/05/2019 14:00	0,015	0,017			
16/05/2019 14:15	0	0	0,017	0,00425	4,3
16/05/2019 14:30	0,02	0			
16/05/2019 14:45	-0,005	0			
16/05/2019 15:00	0,015	0,007			
16/05/2019 15:15	0,002	0,007	0,028	0,007	7,0
16/05/2019 15:30	0,014	0,007			
16/05/2019 15:45	0,002	0,007			
16/05/2019 16:00	0,004	0,009			
16/05/2019 16:15	-0,005	0,009	0,036	0,009	9,0
16/05/2019 16:30	0,037	0,009			
16/05/2019 16:45	0,004	0,009			
16/05/2019 17:00	0,007	0,008			
16/05/2019 17:15	0,003	0,008	0,032	0,008	8,0
16/05/2019 17:30	0,015	0,008			
16/05/2019 17:45	0,021	0,008			
16/05/2019 18:00	0,003	0,012			
16/05/2019 18:15	0,016	0,012	0,048	0,012	12,0
16/05/2019 18:30	0,01	0,012			
16/05/2019 18:45	0,024	0,012			
16/05/2019 19:00	0,014	0,014			
16/05/2019 19:15	0,009	0,014	0,056	0,014	14,0
16/05/2019 19:30	0,021	0,014			
16/05/2019 19:45	-0,005	0,014			
16/05/2019 20:00	0,013	0,01			
16/05/2019 20:15	0,022	0,01	0,04	0,01	10,0
16/05/2019 20:30	0,025	0,01			
16/05/2019 20:45	0,021	0,01			
16/05/2019 21:00	0,004	0,015			
16/05/2019 21:15	-0,005	0,015	0,06	0,015	15,0
16/05/2019 21:30	-0,005	0,015			
16/05/2019 21:45	0,004	0,015			
16/05/2019 22:00	0,03	0,011	0,044	0,011	11,0
16/05/2019 22:15	0,032	0,011			

16/05/2019 22:30	-0,005	0,011			
16/05/2019 22:45	0,005	0,011			
16/05/2019 23:00	-0,002	0			
16/05/2019 23:15	0,011	0	0	0	0,0
16/05/2019 23:30	-0,003	0			
16/05/2019 23:45	0,007	0			
17/05/2019 0:00	-0,005	0,007			
17/05/2019 0:15	0,053	0,007	0,028	0,007	7,0
17/05/2019 0:30	0,006	0,007			
17/05/2019 0:45	0,003	0,007			
17/05/2019 1:00	-0,005	0,004			
17/05/2019 1:15	-0,002	0,004	0,016	0,004	4,0
17/05/2019 1:30	0,007	0,004			
17/05/2019 1:45	-0,005	0,004			
17/05/2019 2:00	0,007	0,006			
17/05/2019 2:15	0,001	0,006	0,024	0,006	6,0
17/05/2019 2:30	0,014	0,006			
17/05/2019 2:45	0,003	0,006			
17/05/2019 3:00	0,012	0,002			
17/05/2019 3:15	-0,005	0,002	0,008	0,002	2,0
17/05/2019 3:30	0,019	0,002			
17/05/2019 3:45	-0,001	0,002			
17/05/2019 4:00	-0,004	0,004			
17/05/2019 4:15	0,012	0,004	0,016	0,004	4,0
17/05/2019 4:30	-0,005	0,004			
17/05/2019 4:45	0,011	0,004			
17/05/2019 5:00	0,004	0,002			
17/05/2019 5:15	0,009	0,002	0,008	0,002	2,0
17/05/2019 5:30	0	0,002			
17/05/2019 5:45	0,011	0,002			
17/05/2019 6:00	-0,005	0,002			
17/05/2019 6:15	0,007	0,002	0,008	0,002	2,0
17/05/2019 6:30	0,003	0,002			
17/05/2019 6:45	0,008	0,002			
17/05/2019 7:00	0,013	0,009			
17/05/2019 7:15	0,007	0,009	0,036	0,009	9,0
17/05/2019 7:30	0,006	0,009			
17/05/2019 7:45	0,006	0,009			
17/05/2019 8:00	-0,002	0,008			
17/05/2019 8:15	0,018	0,008	0,032	0,008	8,0
17/05/2019 8:30	0,003	0,008			
17/05/2019 8:45	-0,005	0,008			
17/05/2019 9:00	-0,005	0,002			
17/05/2019 9:15	0,018	0,002	0,008	0,002	2,0
17/05/2019 9:30	0,02	0,002			

17/05/2019 9:45	0,008	0,002			
17/05/2019 10:00	-0,004	0,008			
17/05/2019 10:15	-0,005	0,008	0,032	0,008	8,0
17/05/2019 10:30	0,013	0,008			
17/05/2019 10:45	0,002	0,008			
17/05/2019 11:00	0,007	0,004			
17/05/2019 11:15	-0,005	0,004	0,016	0,004	4,0
17/05/2019 11:30	0,007	0,004			
17/05/2019 11:45	0,006	0,004			
17/05/2019 12:00	-0,003	0,001			
17/05/2019 12:15	0,018	0,001	0,004	0,001	1,0
17/05/2019 12:30	0,002	0,001			
17/05/2019 12:45	0,016	0,001			
17/05/2019 13:00	0,003	0,006			
17/05/2019 13:15	0,001	0,006	0,024	0,006	6,0
17/05/2019 13:30	0,011	0,006			
17/05/2019 13:45	0,007	0,006			
17/05/2019 14:00	0,015	0,009	0,018	0,009	9,0
17/05/2019 14:15	-0,005	0,009			
17/05/2019 15:00	0	0			
17/05/2019 15:15	0,008	0	0	0	0,0
17/05/2019 15:30	0,029	0			
17/05/2019 15:45	0,011	0			
17/05/2019 16:00	0,012	0,021			
17/05/2019 16:15	0,018	0,021	0,084	0,021	21,0
17/05/2019 16:30	0,02	0,021			
17/05/2019 16:45	0,015	0,021			
17/05/2019 17:00	0,013	0,014			
17/05/2019 17:15	0,032	0,014	0,056	0,014	14,0
17/05/2019 17:30	-0,002	0,014			
17/05/2019 17:45	0,019	0,014			
17/05/2019 18:00	0,021	0,021			
17/05/2019 18:15	0,007	0,021	0,084	0,021	21,0
17/05/2019 18:30	0,013	0,021			
17/05/2019 18:45	0,028	0,021			
17/05/2019 19:00	0,022	0,016			
17/05/2019 19:15	0,017	0,016	0,064	0,016	16,0
17/05/2019 19:30	0,038	0,016			
17/05/2019 19:45	0,005	0,016			
17/05/2019 20:00	0,021	0,019			
17/05/2019 20:15	0,026	0,019	0,076	0,019	19,0
17/05/2019 20:30	0,015	0,019			
17/05/2019 20:45	0,012	0,019			
17/05/2019 21:00	0,024	0,02	0,08	0,02	20,0
17/05/2019 21:15	0,016	0,02			

17/05/2019 21:30	0,009	0,02			
17/05/2019 21:45	0,02	0,02			
17/05/2019 22:00	0,021	0,014			
17/05/2019 22:15	0,016	0,014	0,056	0,014	14,0
17/05/2019 22:30	0,009	0,014			
17/05/2019 22:45	0,013	0,014			
17/05/2019 23:00	0,01	0,009			
17/05/2019 23:15	0,012	0,009	0,036	0,009	9,0
17/05/2019 23:30	0,015	0,009			
17/05/2019 23:45	0,008	0,009			
18/05/2019 0:00	0,033	0,023			
18/05/2019 0:15	0,038	0,023	0,092	0,023	23,0
18/05/2019 0:30	0,02	0,023			
18/05/2019 0:45	-0,002	0,023			
18/05/2019 1:00	0,02	0,01			
18/05/2019 1:15	0,001	0,01	0,04	0,01	10,0
18/05/2019 1:30	0,018	0,01			
18/05/2019 1:45	-0,005	0,01			
18/05/2019 2:00	0,029	0,01			
18/05/2019 2:15	-0,003	0,01	0,04	0,01	10,0
18/05/2019 2:30	0,008	0,01			
18/05/2019 2:45	0,001	0,01			
18/05/2019 3:00	0,013	0,006			
18/05/2019 3:15	0,008	0,006	0,024	0,006	6,0
18/05/2019 3:30	0,009	0,006			
18/05/2019 3:45	0,005	0,006			
18/05/2019 4:00	0,016	0,013			
18/05/2019 4:15	0,004	0,013	0,052	0,013	13,0
18/05/2019 4:30	0,017	0,013			
18/05/2019 4:45	-0,005	0,013			
18/05/2019 5:00	0,027	0,006			
18/05/2019 5:15	0,02	0,006	0,024	0,006	6,0
18/05/2019 5:30	0,015	0,006			
18/05/2019 5:45	0,006	0,006			
18/05/2019 6:00	-0,003	0,014			
18/05/2019 6:15	0,029	0,014	0,056	0,014	14,0
18/05/2019 6:30	0,016	0,014			
18/05/2019 6:45	0,026	0,014			
18/05/2019 7:00	0,024	0,024			
18/05/2019 7:15	0,015	0,024	0,096	0,024	24,0
18/05/2019 7:30	0,019	0,024			
18/05/2019 7:45	0,015	0,024			
18/05/2019 8:00	0,024	0,016			
18/05/2019 8:15	0,01	0,016	0,064	0,016	16,0
18/05/2019 8:30	0,033	0,016			

18/05/2019 8:45	-0,005	0,016			
18/05/2019 9:00	-0,005	0,008			
18/05/2019 9:15	0,005	0,008	0,032	0,008	8,0
18/05/2019 9:30	0,045	0,008			
18/05/2019 9:45	0,013	0,008			
18/05/2019 10:00	0,004	0,022			
18/05/2019 10:15	0,02	0,022	0,088	0,022	22,0
18/05/2019 10:30	0,024	0,022			
18/05/2019 10:45	0,016	0,022			
18/05/2019 11:00	0,02	0,015			
18/05/2019 11:15	0,007	0,015	0,06	0,015	15,0
18/05/2019 11:30	0,017	0,015			
18/05/2019 11:45	0,027	0,015			
18/05/2019 12:00	0,016	0,013			
18/05/2019 12:15	0,012	0,013	0,052	0,013	13,0
18/05/2019 12:30	0,019	0,013			
18/05/2019 12:45	0,014	0,013			
18/05/2019 13:00	0,012	0,016			
18/05/2019 13:15	0,022	0,016	0,064	0,016	16,0
18/05/2019 13:30	0,01	0,016			
18/05/2019 13:45	0,016	0,016			
18/05/2019 14:00	0,012	0,013			
18/05/2019 14:15	0,031	0,013	0,052	0,013	13,0
18/05/2019 14:30	0,038	0,013			
18/05/2019 14:45	0,028	0,013			
18/05/2019 15:00	0,023	0,03			
18/05/2019 15:15	0	0	0,03	0,0075	7,5
18/05/2019 15:30	0,01	0			
18/05/2019 15:45	0,015	0			
18/05/2019 16:00	0,004	0,013			
18/05/2019 16:15	0,022	0,013	0,052	0,013	13,0
18/05/2019 16:30	0,009	0,013			
18/05/2019 16:45	-0,001	0,013			
18/05/2019 17:00	0,003	0,007			
18/05/2019 17:15	0,017	0,007	0,028	0,007	7,0
18/05/2019 17:30	0,014	0,007			
18/05/2019 17:45	-0,005	0,007			
18/05/2019 18:00	0,019	0,01			
18/05/2019 18:15	0,006	0,01	0,04	0,01	10,0
18/05/2019 18:30	0,014	0,01			
18/05/2019 18:45	0,036	0,01			
18/05/2019 19:00	0,023	0,017			
18/05/2019 19:15	-0,002	0,017	0,068	0,017	17,0
18/05/2019 19:30	0,025	0,017			
18/05/2019 19:45	0,027	0,017			

18/05/2019 20:00	0,015	0,024			24,0
18/05/2019 20:15	0,025	0,024	0,096	0,024	
18/05/2019 20:30	0,019	0,024			
18/05/2019 20:45	0,024	0,024			
18/05/2019 21:00	0,023	0,019			
18/05/2019 21:15	0,02	0,019	0,076	0,019	
18/05/2019 21:30	0,006	0,019			
18/05/2019 21:45	0,015	0,019			
18/05/2019 22:00	0,016	0,015			
18/05/2019 22:15	0,013	0,015	0,06	0,015	
18/05/2019 22:30	0,025	0,015			
18/05/2019 22:45	0,009	0,015			
18/05/2019 23:00	0,032	0,02			
18/05/2019 23:15	-0,005	0,02	0,08	0,02	
18/05/2019 23:30	0,044	0,02			
18/05/2019 23:45	0,032	0,02			
19/05/2019 0:00	-0,005	0,009			
19/05/2019 0:15	0,02	0,009	0,036	0,009	
19/05/2019 0:30	0,068	0,009			
19/05/2019 0:45	-0,005	0,009			
19/05/2019 1:00	0,05	0,027			
19/05/2019 1:15	-0,005	0,027	0,108	0,027	
19/05/2019 1:30	-0,005	0,027			
19/05/2019 1:45	0,06	0,027			
19/05/2019 2:00	0,002	0,012			
19/05/2019 2:15	0,026	0,012	0,048	0,012	
19/05/2019 2:30	0,008	0,012			
19/05/2019 2:45	0,008	0,012			
19/05/2019 3:00	0,012	0,012			
19/05/2019 3:15	0,011	0,012	0,048	0,012	
19/05/2019 3:30	0,019	0,012			
19/05/2019 3:45	0,018	0,012			
19/05/2019 4:00	0,034	0,017			
19/05/2019 4:15	0,012	0,017	0,068	0,017	
19/05/2019 4:30	0,019	0,017			
19/05/2019 4:45	0,018	0,017			
19/05/2019 5:00	0,023	0,018			
19/05/2019 5:15	0,018	0,018	0,072	0,018	
19/05/2019 5:30	0,003	0,018			
19/05/2019 5:45	0,031	0,018			
19/05/2019 6:00	0,014	0,017			
19/05/2019 6:15	0,026	0,017	0,068	0,017	
19/05/2019 6:30	0,024	0,017			
19/05/2019 6:45	0,014	0,017			
19/05/2019 7:00	0,029	0,022			0,088

19/05/2019 7:15	0,013	0,022			
19/05/2019 7:30	0,026	0,022			
19/05/2019 7:45	0,011	0,022			
19/05/2019 8:00	0,005	0,014			
19/05/2019 8:15	0,004	0,014	0,056	0,014	14,0
19/05/2019 8:30	0,036	0,014			
19/05/2019 8:45	0,022	0,014			
19/05/2019 9:00	0,022	0,02			
19/05/2019 9:15	0,02	0,02	0,08	0,02	20,0
19/05/2019 9:30	0,034	0,02			
19/05/2019 9:45	0,032	0,02			
19/05/2019 10:00	0	0,021			
19/05/2019 10:15	0,011	0,021	0,084	0,021	21,0
19/05/2019 10:30	0,009	0,021			
19/05/2019 10:45	-0,005	0,021			
19/05/2019 11:00	0,015	0,004			
19/05/2019 11:15	0,004	0,004	0,016	0,004	4,0
19/05/2019 11:30	0,004	0,004			
19/05/2019 11:45	0,002	0,004			
19/05/2019 12:00	0,006	0,009			
19/05/2019 12:15	0,003	0,009	0,036	0,009	9,0
19/05/2019 12:30	0,008	0,009			
19/05/2019 12:45	0,001	0,009			
19/05/2019 13:00	0,012	0,003			
19/05/2019 13:15	-0,003	0,003	0,012	0,003	3,0
19/05/2019 13:30	0,009	0,003			
19/05/2019 13:45	-0,005	0,003			
19/05/2019 14:00	0,018	0,005			
19/05/2019 14:15	0	0,005	0,02	0,005	5,0
19/05/2019 14:30	0,024	0,005			
19/05/2019 14:45	0,006	0,005			
19/05/2019 15:00	-0,003	0,003	0,006	0,003	3,0
19/05/2019 15:15	0,016	0,003			

Anexo 3. Base de datos de los monitoreos realizados

Datos de monitoreo Material Particulado PM10 El Salto

# HORAS	TIEMPO	(µg/m3)	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUM PLE	NO CUMPLE
1	14h00	79	250	400	500	X	
2	15h00	19	250	400	500	X	
3	16h00	12	250	400	500	X	
4	17h00	12	250	400	500	X	
5	18h00	14	250	400	500	X	
6	19h00	22	250	400	500	X	
7	20h00	24	250	400	500	X	
8	21h00	9	250	400	500	X	
9	22h00	8	250	400	500	X	
10	23h00	3	250	400	500	X	
11	24h00	5	250	400	500	X	
12	01h00	0	250	400	500	X	
13	02h00	6	250	400	500	X	
14	03h00	5	250	400	500	X	
15	04h00	0	250	400	500	X	
16	05h00	7	250	400	500	X	
17	06h00	6	250	400	500	X	
18	07h00	9	250	400	500	X	
19	08h00	11	250	400	500	X	
20	09h00	5	250	400	500	X	
21	10h00	15	250	400	500	X	
22	11h00	23	250	400	500	X	
23	12h00	11	250	400	500	X	
24	13h00	11	250	400	500	X	

Datos de monitoreo Material Particulado PM10 San Agustín

# HORAS	TIEMPO	(µg/m3)	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE	NO CUMPLE
1	14h00	9	250	400	500	X	
2	15h00	0	250	400	500	X	
3	16h00	21	250	400	500	X	
4	17h00	14	250	400	500	X	
5	18h00	21	250	400	500	X	
6	19h00	16	250	400	500	X	
7	20h00	19	250	400	500	X	
8	21h00	20	250	400	500	X	
9	22h00	14	250	400	500	X	
10	23h00	9	250	400	500	X	
11	24h00	23	250	400	500	X	
12	01h00	10	250	400	500	X	
13	02h00	10	250	400	500	X	
14	03h00	6	250	400	500	X	
15	04h00	13	250	400	500	X	
16	05h00	6	250	400	500	X	
17	06h00	14	250	400	500	X	
18	07h00	24	250	400	500	X	
19	08h00	16	250	400	500	X	
20	09h00	8	250	400	500	X	
21	10h00	22	250	400	500	X	
22	11h00	15	250	400	500	X	
23	12h00	13	250	400	500	X	
24	13h00	16	250	400	500	X	

Datos de monitoreo Material Particulado PM2,5 El Salto

# HORAS	TIEMPO	(µg/m3)	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE	NO CUMPLE
1	14h00	4,25	150	250	350	X	
2	15h00	7	150	250	350	X	
3	16h00	9	150	250	350	X	
4	17h00	8	150	250	350	X	
5	18h00	12	150	250	350	X	
6	19h00	14	150	250	350	X	
7	20h00	10	150	250	350	X	
8	21h00	15	150	250	350	X	
9	22h00	11	150	250	350	X	
10	23h00	0	150	250	350	X	
11	24h00	7	150	250	350	X	
12	01h00	4	150	250	350	X	
13	02h00	6	150	250	350	X	
14	03h00	2	150	250	350	X	
15	04h00	4	150	250	350	X	
16	05h00	2	150	250	350	X	
17	06h00	2	150	250	350	X	
17	07h00	9	150	250	350	X	
18	08h00	8	150	250	350	X	
20	09h00	2	150	250	350	X	
21	10h00	8	150	250	350	X	
22	11h00	4	150	250	350	X	
23	12h00	1	150	250	350	X	
24	13h00	6	150	250	350	X	

Datos de monitoreo Material Particulado PM2,5 San Agustín

# HORAS	TIEMPO	(µg/m3)	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA	CUMPLE	NO CUMPLE
1	14h00	13	150	250	350	X	
2	15h00	7,5	150	250	350	X	
3	16h00	13	150	250	350	X	
4	17h00	7	150	250	350	X	
5	18h00	10	150	250	350	X	
6	19h00	17	150	250	350	X	
7	20h00	24	150	250	350	X	
8	21h00	19	150	250	350	X	
9	22h00	15	150	250	350	X	
10	23h00	20	150	250	350	X	
11	24h00	9	150	250	350	X	
12	01h00	27	150	250	350	X	
13	02h00	12	150	250	350	X	
14	03h00	12	150	250	350	X	
15	04h00	17	150	250	350	X	
16	05h00	18	150	250	350	X	
17	06h00	17	150	250	350	X	
17	07h00	22	150	250	350	X	
18	08h00	14	150	250	350	X	
20	09h00	20	150	250	350	X	
21	10h00	21	150	250	350	X	
22	11h00	4	150	250	350	X	
23	12h00	9	150	250	350	X	
24	13h00	3	150	250	350	X	

Anexo 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES																													
	OCT 2018			FEB 2019			MAR 2019			ABRIL 2019			MAYO 2019			JUNIO 2019			JULIO 2019			AGO 2019								
Revisión bibliográfica	█																													
Elaboración del proyecto de investigación	█			█																										
Sustentación del proyecto de investigación																														
Legalización del proyecto de investigación																														
Desarrollo de las bases teóricas																														
Realización del trabajo de campo (obtención de datos)																														
Análisis de resultados																														
Elaboración de conclusiones y recomendaciones																														
Elaboración del informe (borrador)																														
Elaboración del informe final																														
Defensa del trabajo de investigación																														

Elaborado por: Rodríguez, C. (2019)

Anexo 5. Fotografías Instalación de equipo E - BAM y toma de datos en la Plazoleta El Salto

Fotografía 1.



Fotografía 2.



Fotografía 3.



Fotografía 4.**Fotografía 5.****Fotografía 6.**

Fotografía 7.**Fotografía 8.****Fotografía 9.**

Fotografia 10.



Fotografia 11.



Fotografia 12.



Fotografía 13. Instalación de equipo E - BAM y toma de datos en la Plazoleta San Agustín



Fotografía 14.



Fotografía 15.



Fotografia 16.**Fotografia 17.****Fotografia 18.**