



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL  
MANEJO (EBAM) EN MATERIAL PARTICULADO  $PM_{10}$  Y  $PM_{2,5}$  EN LA CIUDAD  
DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI, 2020”**

Proyecto de Investigación presentado a la obtención del  
Título de  
INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE

**Autor:**

Toapanta Toapanta Edwin Lizandro

**Tutor:**

Ing. Mg. Oscar Rene Daza Guerra

**Latacunga – Ecuador**

Septiembre 2020

## DECLARATORIA DE AUTORIA

Yo, **Toapanta Toapanta Edwin Lizandro** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL MANEJO (E-BAM) EN MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> EN EL SECTOR LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020”**, siendo el Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra tutor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....  
Toapanta Toapanta Edwin Lizandro

C.I. 180486744-6

.....  
MSc. Oscar Rene Daza Guerra

C.I. 040068979-0

## **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 Toapanta Toapanta Edwin Lizandro, identificado con C.C. N° 180486744-6, de estado civil soltero y con domicilio en Latacunga, 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 **“IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL MANEJO (E-BAM) EN MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> EN EL SECTOR LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020”**., la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. –

Fecha de inicio de carrera: Septiembre 2015

Fecha de finalización: Septiembre 2020

Aprobación del Consejo Directivo: 07 de Julio 2020

Tutor. – Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra.

Tema: **“IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL MANEJO (E-BAM) EN MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> EN EL SECTOR LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020”**

**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, **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 diecisiete días del mes de Septiembre del 2020.

---

Toapanta Toapanta Edwin Lizandro

**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:

**“IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL MANEJO (E-BAM) EN MATERIAL PARTICULADO  $PM_{10}$  Y  $PM_{2,5}$  EN EL SECTOR LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020”**, de Toapanta

Toapanta Edwin Lizandro, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de Validación de Proyecto que en 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, 17 de Septiembre del 2020

Firma:

.....

**TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra

C.I:040068979-0

## **AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS**

En la Ciudad de Latacunga Provincia de Cotopaxi en Calidad de miembros de tribunal del Acta de Defensa de la tesis de Sr. Toapanta Toapanta Edwin Lizandro con el tema: **“IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL MANEJO (E-BAM) EN MATERIAL PARTICULADO  $PM_{10}$  Y  $PM_{2,5}$  EN EL SECTOR LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2020”**, Se emitieron algunas sugerencias mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción por las autoridades la presentación de dicho documento.

### **LA COMISIÓN REVISORA**

.....

Lector 1(Presidente)

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

CC: 050144458-2

.....

Lector 2

Ing. José Agreda Oña

CC: 040133210-1

.....

Lector 3

Dr. Carlos Mantilla Parra

CC: 0501553291

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y especialmente a mis padres Jesús Aladino Toapanta y María Piedad Toapanta con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para jamás decaer cuando todo parecía complicado o imposible a mi familia y amigos en general quienes de una y otra manera estuvieron apoyándome en los momentos complicados de la vida.

De igual manera, agradezco a mis docentes que me han visto crecer como una persona íntegra gracias a sus consejos y enseñanzas hoy puedo culminar esta investigación por la cual puedo sentirme orgulloso y muy contento a la vez.

Y por su puesto a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida por la paciencia, orientación, y guía en el desarrollo e investigación.

**Edwin Lizandro Toapanta Toapanta**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a mis padres, mi familia por su apoyo incondicional, a mi novia Mercy Guadalupe y mi hijo Axel Sebastián por ser mi inspiración, mi aliento mi razón por la cual me he esforzado en esta etapa de la vida, a Dios, a la Virgen Santísima de Agua Santa por concederme todo aquello que amo y ver cristalizado una de mis metas y mi sueño profesional.

**Edwin Lizandro Toapanta Toapanta**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** “Identificación de Técnicas y Protocolos de Monitoreo para el Manejo (E-BAM) en Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el Sector Latacunga de la Provincia de Cotopaxi en el periodo 2020”

**Autor:** Edwin Lizandro Toapanta Toapanta

### RESUMEN

La presente investigación hace referencia a la caracterización y las emisiones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  del área de estudio realizado en siete puntos en el sector de Latacunga, donde existe la presencia de industrias, así como la presencia de movilidad vehicular. Se caracterizó el área de estudio en base a la metodología establecida en la normativa ambiental vinculado a la calidad del aire, hace referencia a los niveles de contaminación actual en la ciudad. Luego del monitoreo realizado se elabora una base de datos obtenida para ser comparada con la normativa ambiental. El peligro más común con relación al aire es su contaminación tanto directa como indirectamente el principal causante es el hombre a través de las industrias la agricultura las maquinarias vehículos que ocasiona la contaminación ambiental, además los factores físicos o químicos ocasionadas por los vehículos o maquinarias de producción. Las medidas estratégicas de mitigación sobre el material particulado se aplica a la normativa ecuatoriana en vigencia de tal manera la información que existe de los siete puntos que se establece en el sector del Niágara con el valor de  $20 \text{ ug/m}^3$  de concentración de  $PM_{2,5}$  de esta manera se observa una concentración elevada de  $23 \text{ ug/m}^3$  en el sector de Lasso de  $PM_{10}$  a su vez verifica el cumplimiento de la normativa ecuatoriana que lleva acabo la legislación ambiental. La comparación de las concentraciones de los niveles de alarma, alerta y emergencia de la normativa ambiental vigente del Libro VI del anexo 4 Calidad de Aire del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Esto genera una propuesta para prevenir y mitigar en la ciudad una vez analizada los datos se obtiene los niveles de contaminación sigue en el rango permisible no es superado esto establece para el material particular  $PM_{10}$  de  $100 \text{ ug/m}^3$  y para el  $PM_{2,5}$  de  $50 \text{ ug/m}^3$ .

Palabras Claves: Contaminación, Calidad de Aire, Daños Ambientales, Material Particulado.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** "Identification of Techniques and Monitoring Protocols for Management (E-BAM) in Particulate Matter  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  in the Latacunga Sector of the Province of Cotopaxi in the period 2020"

**Author:** Edwin Lizandro Toapanta Toapanta

## ABSTRACT

This research refers to the characterization and emissions of  $PM_{10}$  and  $PM_{2.5}$  particulate matter from the study area carried out at seven points in the Latacunga sector, where there is the presence of industries, as well as the presence of vehicle mobility. The study area was characterized based on the methodology established in the environmental regulations linked to air quality. Refers to current pollution levels in the city. After the monitoring carried out, a database is developed database obtained to be compared to environmental regulations. The most common air hazard is its contamination both directly and indirectly the main cause is man across industries, agricultural machinery vehicles caused by environmental pollution, as well as physical or chemical factors caused by vehicles or production machinery. Strategic measures to mitigate particulate matter apply to Ecuadorian regulations in force in this way the information that exists of the seven points that is established in the Niagara sector with the value of 20 ug/m<sup>3</sup> of concentration of  $PM_{2.5}$  this shows a high concentration of 23 ug/m<sup>3</sup> in the Lasso sector of  $PM_{10}$  in turn verifies compliance with Ecuadorian regulations that carries out environmental legislation. Comparison of concentrations of alarm, alert and emergency levels of current environmental regulations Book VI of Annex 4 Air Quality of the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA). This generates a proposal to prevent and mitigate in the city once the data is analyzed the pollution levels remain in the permissible range this is not exceeded set for particular material  $PM_{10}$  of 100 ug/m<sup>3</sup> and for  $PM_{2.5}$  of 50 ug/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Pollution, Air Quality, Environmental Damage, Particulate Material. Monitoring, Mitigation, Prevention.

## INDICE

DECLARATORIA DE AUTORIA.....	2
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	3
TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	6
AGRADECIMIENTO.....	8
DEDICATORIA .....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INDICE .....	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	16
ÍNDICE DE TABLAS .....	17
1. INFORMACION GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	3
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
6. OBJETIVOS:.....	8
6.1. Objetivos General: .....	8
6.2. Objetivos Específicos: .....	8
7. ACTIVIDAD Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVO DE ESTUDIO... 9	
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	10
8.1. Aire.....	10
8.2. Componentes del aire.....	11
8.3. Composición del aire .....	11
8.4. Contaminantes Atmosféricos.....	12
8.5. Contaminación Antropogénica .....	13
8.5.1.Fuentes de Contaminación Antropogénica .....	13
8.5.2.Fuentes Móviles.....	13
8.5.3.Fuentes Fijas .....	13
8.5.4.Emisión.....	13
8.5.5.Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	14
8.5.6.Monóxido de Carbono (CO) .....	14
8.5.7.Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	14
8.5.9.Material Particulado PM <sub>2.5</sub> .....	15
8.6. Principales Contaminantes del Aire.....	16
8.6.1.Clasificación de las Partículas según su Fuente.....	18
8.6.2.Contaminantes Atmosféricos y la Salud: Partículas en Suspensión .....	18
8.6.3.Efectos del Material Particulado PM <sub>2.5</sub> Y PM <sub>10</sub> Sobre La Salud De Las Personas .....	19
8.6.4.Efecto en la Naturaleza .....	21
8.7. Equipo E-BAM (Monitoreo de Atenuación Beta) .....	21
8.7.1.Descripción del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta) .....	22
8.7.2.Las Partes del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta) Figura 2 .....	23
8.7.3.Equipo E-BAM e Identificación de sus Partes Figura 3 .....	24

8.7.4. Ventajas del Equipo E-BAM .....	25
9. BASE LEGAL .....	25
9.1. Constitución de la República del Ecuador.....	25
9.2. Código Orgánico del Ambiente .....	26
9.3. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente .....	26
9.4. Acuerdo Ministerial 097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria.....	26
9.5. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles la calidad del aire.....	27
En nivel de alarma para PM <sub>10</sub> en 400 y para PM <sub>2.5</sub> 250: .....	28
9.6. Métodos de mediciones de concentraciones criterio del aire Tabla 6.....	28
10. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS .....	29
11. METODOLOGÍA.....	30
11.1 Área de Estudio .....	30
11.2. Espaciamiento de las obstrucciones .....	31
11.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	31
11.3.1. INVESTIGACIÓN ANALÍTICA .....	31
11.3.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	32
11.4. Técnicas .....	32
11.4.1 Observación Directa .....	32
11.4.2. Fichaje .....	32
11.5 Método .....	32
11.5.1 Descriptivo.....	32
11.5.2. Estadístico Descriptivo .....	32
11.5.3. Inductivo .....	32
11.6. Instrumentos.....	33
11.7. Diseño no Experimental.....	33
12. Identificación del monitoreo del material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	33
12.1 Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	33
12.2. Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	39
13. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	51
14. PROTOCOLOS DE MEDICIÓN MEDIANTE EL EQUIPO E-BAM.....	55
15. PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN POR EL MATERIAL PARTICULADO PM <sub>10</sub> Y PM <sub>2.5</sub> EN LA CIUDAD DE LATACUNGA. ....	60
16. IMPACTOS .....	64
17. PRESUPUESTOS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO .....	64
18. CONCLUSIONES .....	65
19. RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
Anexos.....	70
1.- ANEXO HOJA DE VIDA DEL DOCENTE TUTOR .....	70
2.- ANEXO HOJA DE VIDA DEL ESTUDIANTE .....	70
3.-ANEXO Cronograma de Actividades. Tabla 19 .....	73

## ÍNDICE

DECLARATORIA DE AUTORIA .....	2
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	3
TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	6
AGRADECIMIENTO .....	8
DEDICATORIA .....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11
INDICE .....	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	16
ÍNDICE DE TABLAS .....	17
1. INFORMACION GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	3
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
6. OBJETIVOS:.....	8
6.1. Objetivos General:.....	8
6.2. Objetivos Específicos: .....	8
7. ACTIVIDAD Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVO DE ESTUDIO....	9
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	10
8.1. Aire.....	10
8.2. Componentes del aire .....	11
8.3. Composición del aire .....	11
8.4. Contaminantes Atmosféricos.....	12
8.5. Contaminación Antropogénica.....	13
8.5.1.Fuentes de Contaminación Antropogénica.....	13
8.5.2.Fuentes Móviles.....	13
8.5.3.Fuentes Fijas .....	13
8.5.4.Emisión.....	13
8.5.5.Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	14
8.5.6.Monóxido de Carbono (CO).....	14
8.5.7.Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	14
8.5.9.Material Particulado PM <sub>2.5</sub> .....	15
8.6. Principales Contaminantes del Aire .....	16
8.6.1.Clasificación de las Partículas según su Fuente.....	18
8.6.2.Contaminantes Atmosféricos y la Salud: Partículas en Suspensión.....	18
8.6.3.Efectos del Material Particulado PM <sub>2.5</sub> Y PM <sub>10</sub> Sobre La Salud De Las Personas .....	19
8.6.4.Efecto en la Naturaleza.....	21
8.7. Equipo E-BAM (Monitoreo de Atenuación Beta).....	21
8.7.1.Descripción del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta).....	22
8.7.2.Las Partes del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta) Figura 2 .....	23
8.7.3.Equipo E-BAM e Identificación de sus Partes Figura 3 .....	24
8.7.4.Ventajas del Equipo E-BAM.....	25

9.	BASE LEGAL .....	25
9.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	25
9.2.	Código Orgánico del Ambiente .....	26
9.3.	Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.....	26
9.4.	Acuerdo Ministerial 097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria .....	26
9.5.	Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles la calidad del aire. ....	27
	En nivel de alarma para PM <sub>10</sub> en 400 y para PM <sub>2.5</sub> 250: .....	28
9.6.	Métodos de mediciones de concentraciones criterio del aire Tabla 6. ....	28
10.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS .....	29
11.	METODOLOGÍA.....	30
11.1	Área de Estudio.....	30
11.2.	Espaciamiento de las obstrucciones.....	31
11.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	31
11.3.1.	INVESTIGACIÓN ANALÍTICA .....	31
11.3.2.	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	32
11.4.	Técnicas .....	32
11.4.1	Observación Directa .....	32
11.4.2.	Fichaje.....	32
11.5	Método.....	32
11.5.1	Descriptivo .....	32
11.5.2.	Estadístico Descriptivo .....	32
11.5.3.	Inductivo.....	32
11.6.	Instrumentos .....	33
11.7.	Diseño no Experimental .....	33
12.	Identificación del monitoreo del material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	33
12.1	Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	33
12.2.	Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .....	39
13.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	51
14.	PROTOCOLOS DE MEDICIÓN MEDIANTE EL EQUIPO E-BAM.....	55
15.	PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN POR EL MATERIAL PARTICULADO PM <sub>10</sub> Y PM <sub>2.5</sub> EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.....	60
16.	IMPACTOS .....	64
17.	PRESUPUESTOS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO .....	64
18.	CONCLUSIONES.....	65
19.	RECOMENDACIONES .....	66
	BIBLIOGRAFÍA .....	67
	Anexos .....	70
	1.- ANEXO HOJA DE VIDA DEL DOCENTE TUTOR.....	70
	2.- ANEXO HOJA DE VIDA DEL ESTUDIANTE .....	70
	3.-ANEXO Cronograma de Actividades. Tabla 19 .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. E-BAM de Met One Instruments.....	38
Figura 2. Partes del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta) .....	39
Figura 3. Equipo E-BAM y sus partes .....	40
Figura 4. Material Particulado $PM_{10}$ .....	50
Figura 5. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	51
Figura 6. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	53
Figura7. Material Particulado $PM_{10}$ .....	54
Figura 8. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	56
Figura 9. Material Particulado $PM_{10}$ .....	57
Figura10. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	58
Figura 11. Material Particulado $PM_{10}$ .....	59
Figura 12. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	61
Figura 13. Material Particulado $PM_{10}$ .....	61
Figura 14. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	63

Figura 15. Material Particulado $PM_{10}$ .....	64
Figura 16. Material Particulado $PM_{2.5}$ .....	65
Figura 17. Material Particulado $PM_{10}$ .....	66
Figura 18. Comparaciones con la Normativa Vigente Acuerdo 097-A.para $PM_{2.5}$ .....	67
Figura 19. Comparaciones con la Normativa Vigente Acuerdo 097-A.para $PM_{2.5}$ .....	68
Figura 20 . Análisis de las concentraciones $PM_{10}$ .....	69
Figura21. Análisis de las concentraciones $PM_{10}$ .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios Directos.....	20
Tabla 2.Actividad y Sistema de tarea.....	25
Tabla 3. Composición del aire .....	27
Tabla 4. Ventajas del Equipo E-BAM .....	41
Tabla 5.Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles .....	43
Tabla 6. Métodos de Mediciones de Concentraciones Criterio del Aire .....	44
Tabla 7. Estándares establecidos por la Legislación Ecuatoriana.....	45
Tabla 8.Coordenadas de muestreo. ....	47
Tabla 9. Datos del monitoreo $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-Pujili-E-35 .....	49
Tabla 10.Datos del Monitoreo $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-Pujili E-35 .....	52
Tabla 11.Datos del Monitoreo de Calidad del Aire Material Particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-Belisario Quevedo.....	55
Tabla 12. Datos del Monitoreo de Calidad del Aire Material Particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-Belisario Quevedo.....	57
Tabla 13. Datos del monitoreo de calidad del Aire (Material Particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-Niagara.....	60
Tabla 14. Datos del Monitoreo de Calidad del Aire Material Particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-La Laguna .....	62
Tabla 15. Datos del monitoreo de calidad del Aire (Material Particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ Latacunga-Lasso. ....	64
Tabla 16 .Concentración promedio de $PM_{2.5}$ de los puntos de muestro y Limites de la Normativa Vigente Acuerdo Ministerial 097-A.....	67

Tabla 17. Concentración promedio de PM <sub>10</sub> de los puntos de muestro y Limites de la Normativa Vigente Acuerdo Ministerial 097-A.....	70
Tabla 18. Presupuesto para el Proyecto .....	73
Tabla 19.Cronograma de actividades.....	76

## **1. INFORMACION GENERAL**

### **Título del proyecto:**

Identificación de Técnicas y Protocolos de Monitoreo para el Manejo (E-BAM) en Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en el sector Latacunga Provincia de Cotopaxi en el periodo 2020.

### **Fecha de inicio:**

Septiembre 2019

### **Fecha de finalización:**

Septiembre 2020

### **Lugar de ejecución:**

Latacunga Cotopaxi.

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Medio Ambiente.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Calidad de Aire.

### **Equipo de trabajo:**

Toapanta Toapanta Edwin Lizandro.

### **Coordinador de Proyecto de investigación:**

### **Tutor de Titulación:**

Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra.

### **Autor:**

Toapanta Toapanta Edwin Lizandro.

### **Lectores:**

Lector 1: M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

Lector 2: Ing. José Agreda Oña

Lector 3: Dr. Carlos Mantilla Parra

**Área de conocimiento**

Servicio (Protección del Medio Ambiente)

Protección Ambiental

**Sub línea de investigación:**

Manejo y Conservación del Recurso Aire.

**Línea de vinculación de la carrera:**

Gestión de Recursos Naturales para el desarrollo humano y social.

## 2. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se habla sobre la contaminación del aire por material particulado es un importante problema para la salud ambiental que afecta a todo el mundo. La contaminación por partículas, se compone de una mezclas de partículas sólidas y líquidas que se desprende del suelo viaja por vías respiratorias de las personas que se encuentran cerca a la circulación de los vehículos donde existe concentraciones de material particulado como nitratos, sulfatos, amoníaco, productos químicos, metales, esporas de polen y moho.

En general las partículas provienen de diferentes fuentes como partículas finas y gruesas, los elementos biológicos como bacterias se puede encontrar en las partículas gruesas. Las finas y gruesas normalmente se comportan de manera diferente en la atmosfera manifestando en un amplio rango de tamaños pero desde el punto de vista de la salud las que mayor influencia en la salud tiene el diámetro menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) estas pueden ser inhaladas y se acumula en el sistema respiratorio, especial atención demanda las partículas menores a 2,5 micrómetros de diámetro ( $PM_{2,5}$ ) estas se las conoce como finas.

La exposición al material particulado en periodos “largos pueden ocasionar enfermedades graves es por esta razón que se hace indispensable llevar un control de monitoreo ambiental con el fin de conservar el ambiente libre de contaminación, enfermedades y afectaciones a los seres humanos previniendo a ciertas enfermedades que se obtiene con este tipo de partículas suspendidas en el Aire” (Organización Mundial de La Salud, 2018).

## 3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se realiza para conocer el monitoreo existente en material particulado con la utilización del equipo (E-BAM), con técnicas que ha sido empleadas anterior mente para conocer la toma de muestras estos datos pueden ser generados por las entidades de gestión que se ha realizado mediciones de calidad del aire tanto como los lineamientos básicos para llevar acabo las actividades de monitoreo y seguimiento.

La investigación brinda elementos básicos a través de la utilización de la normativa ecuatoriana que se rige en el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente.

En el aspecto social es fundamental para generar una calidad del ambiente sin embargo la población relacionadas con el área de investigación podría verse afectada por la presencia de

material particulado lo cual podrían presentarse consecuencias sumamente graves así la salud del individuo de esta manera es necesario realizar un estudio y conocer el nivel de contaminación que existe y observar la normativa como se ejerció en control de Calidad del Aire.

En el Aspecto ambiental este proyecto compara la generación de los niveles de material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental Acuerdo Ministerial 097-A.

La elaboración del presente proyecto de investigación, se pudo determinar la calidad del aire, mediante el monitoreo y comparación de datos esto cumple con un rol académico fundamental pues constituye un material técnico reciente lo que convierte en la base de la consulta para la formación académica del desarrollo de la investigación y a su vez la implementación de medidas preventivas para elaborar un protocolos de calidad de aire.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos son **170.150** habitantes totales de la ciudad de Latacunga en conjunto de la Universidad Técnica de Cotopaxi y a su vez el GAD Descentralizado de la Municipalidad de Latacunga.

##### *Tabla 1*

##### *Beneficiarios del Proyecto*

<b>Beneficiarios Directos</b>		<b>Beneficiarios Indirectos</b>
<b>Cantón Latacunga</b>		<b>Puntos de muestreo</b>
<b>Habitantes</b>	Número de habitantes	Número de habitantes
<b>Mujeres</b>	88.188	40.961
<b>Hombres</b>	82.301	50.061
<b>Total</b>	170.150 hab.	91.022 hab.

**Fuente:** (INEC, 2019)

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

#### 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El material particulado es un conjunto de partículas sólidas y líquidas que se desprenden directamente al aire, tales como los polvos de vías el polvo de la agricultura las partículas

resultantes de procesos productivos entre otras que reaccionan al desprenderse de las diferentes actividades que realiza el ser humano. Debido a que son de tamaño forma y composición variada para su identificación.

Para la Organización Mundial de La Salud la contaminación del aire representa un importante riesgo medio ambiente mediante:

“La disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de mortabilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón crónicas y agudadas, entre ellas el asma” (Organización Mundial de La Salud , 2018).

“Cuanto más bajo sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo” (Organización Mundial de La Salud , 2018).

“Las directrices de la OMS sobre la Calidad del aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud” (Organización Mundial de La Salud , 2018)

En los casos estudiados del aire (Organización Mundial de La Salud , 2018) Señala que, el 91% de la población vivía en lugares donde no se respetaban las directrices de la OMS sobre la calidad del aire. Según estimaciones de 2016 la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de defunciones prematuras. Un 91% de esas funciones prematuras se producen en países de bajos medianos ingresos y las mayores tasas de mortalidad de registran las regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental de la OMS.

Las políticas y las inversiones de apoyo a medios de transporte menos contaminantes viviendas energéticamente eficientes es: “Generación de electricidad y mejor gestión de residuos industriales y municipales permitirían reducir importantes fuentes de contaminación del aire en las ciudades” (Organización Mundial de La Salud , 2018). La contaminación del aire representa un importante riesgo medio ambiental para la salud, bien sea en los países de desarrollados o en los países en desarrollo. Se estima que la contaminación ambiental del aire, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por cada año; esta mortalidad se debe a la exposición a

partículas pequeñas de 2,5 micrones o menores de diámetro ( $PM_{2,5}$ ), que causan enfermedades cardiovasculares y respiratorias, y cáncer.

Las personas que viven en países de ingresos bajos y medianos: Soportan desproporcionadamente la carga de la contaminación del aire de exteriores: el 91 % de los 4,2 millones de muertes prematuras por esta causa se producen en países de ingresos bajos y medianos, principalmente de las regiones de Asia Sudoriental y en el Pacífico Occidental de la OMS.

Las últimas estimaciones de la carga de la mortalidad reflejan el importantísimo papel que desempeña la contaminación del aire en las enfermedades cardiovasculares y las muertes. Cada vez hay más pruebas que demuestran los vínculos entre la contaminación del aire y el riesgo de las enfermedades cardiovasculares, incluidos estudios realizados en zonas muy contaminadas (Organización Mundial de La Salud , 2018)

Una evaluación de 2013 realizada por “el Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer de la (Organización Mundial de La Salud , 2018). Determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminando estas estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer pulmonar.

“Abordar todos los factores de riesgo de las enfermedades no transmisibles incluida la contaminación del aire es fundamental para proteger la salud” (Organización Mundial de La Salud , 2018)

La mayoría de las fuentes de la contaminación del aire exterior están más allá del control de las personas , y requieren medidas por parte de las ciudades, así como de las instancias normativas nacionales e internacionales en sectores tales como el transporte, gestión de residuos energéticos, construcción y agricultura (Organización Mundial de La Salud , 2018)

“Existen numerosos ejemplos de políticas de fructíferas relativas a los sectores de transporte, planificación urbana, generación de la electricidad e industria que permite reducir la contaminación del aire” (Organización Mundial de La Salud , 2018).

“**Industria:** Utilización de tecnologías limpias que reduzcan las emisiones de chimeneas industriales; gestión mejorada de desechos urbanos y agrícolas, incluidas la recuperación del gas metano de los vertederos como una alternativa a la incineración para utilizar como biogás” (Organización Mundial de La Salud , 2018).

“**Energía:** Garantizar el acceso de soluciones asequibles de energía domésticas limpias para cocinar, calentar y alumbrar” (Organización Mundial de La Salud , 2018)

**Transporte:** Adopción de métodos limpios de generación de electricidad priorización del transporte urbano rápido, las sendas peatonales y de bicicletas en las ciudades y el transporte interurbano de cargas y pasajeros por ferrocarril utilizando de vehículos pesados de motor diésel más limpios y vehículos combustibles de bajas emisiones especialmente combustibles con bajo contenido de azufre (Organización Mundial de La Salud , 2018)

“**Planificación Urbana:** Mejoramiento de la eficiencia energética de los edificios y concentraciones de las ciudades para lograr una mayor eficiencia” (Organización Mundial de La Salud , 2018)

“**Generaciones de Electricidad:** Aumento del uso de combustibles de bajas emisiones y fuentes de energía renovable sin combustión solar, eólica o hidroeléctrica generación conjunta de calor y electricidad generación distribuida de energía por ejemplo mediante paneles solares” (Organización Mundial de La Salud , 2018)

**Gestión de Desechos Municipales y Agrícolas:** Estrategias de reducción separación reciclado y reutilización o reelaboración de desechos así como métodos mejorados de gestión biológicas de digestión anaeróbica para producir biogás mediante métodos variables y alternativas económicas en sustitución de la incineración de desechos sólidos. En estos casos la incidencia sea inevitable la utilización tecnológica de combustión con rigurosos controles de emisiones (Organización Mundial de La Salud , 2018)

Las directrices de la sobre la “calidad del aire de publicadas ofrecen orientación general relativas a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos general” (Organización Mundial de La Salud , 2018).Las Directrices señalan que mediante la reducción de la

contaminación con partículas ( $PM_{10}$ ) de 70 a 20 microgramos por metro cubico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es posible reducir en un 15 % el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1. Objetivos General:**

Identificar técnicas y protocolos de monitoreo para el manejo (E-BAM) en material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en la Ciudad de Latacunga la Provincia de Cotopaxi en el periodo 2020.

### **6.2. Objetivos Específicos:**

- Recopilar la información para la obtención del material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  revisando las fuentes bibliográficas.
- Verificar el cumplimiento de la normativa ecuatoriana para el material particulado según la legislación ambiental vigente.
- Proponer protocolos de prevención para disminuir los niveles de concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ .

## 7. ACTIVIDAD Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVO DE ESTUDIO.

**Tabla 2**

*Actividad y Sistema de Tarea*

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la Actividad</b>	<b>Descripción de la Actividad (técnicas e instrumentos)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recopilar la información para la obtención del material particulado <math>PM_{10}</math> y <math>PM_{2.5}</math> revisando las bibliográficas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinación e identificación existente de las técnicas que existen para el material particulado.</li> <li>▪ Descripción de los diferentes procesos que se realizan con el equipo E-BAM.</li> <li>▪ Determinación de las partes del equipo E-BAM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipos de procesos que se pueden realizar con el Equipo E-BAM.</li> <li>▪ Tipos de procesos y formas detalladas de su utilización.</li> <li>▪ Identificación de cada parte que esta formada el equipo E-BAM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Técnicas y condiciones de mediciones según el equipo E-BAM.</li> <li>▪ Tipos de contaminantes que se adieren en los procesos al Equipo E-BAM.</li> <li>▪ Fotos del Equipo E-BAM y sus partes.</li> </ul>
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar el cumplimiento de la normativa ecuatoriana para el material particulado según la legislación ambiental</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinación de los rangos en tablas de comparación según la legislación ambiental.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obtención de concentraciones o proporciones de los contaminantes según los niveles de alarma.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detallamos valores de alarma y emergencia según la normativa ecuatoriana</li> </ul> |
|---|--|---|--|

Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer protocolos de prevención para disminuir los niveles de concentración de material particulado <math>PM_{10}</math> y <math>PM_{2,5}</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de reglas y procedimientos para llevar a cabo la disminución del material particulado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de tablas de comparación sobre niveles permisibles según la Normativa ecuatoriana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del seguimiento de la calidad del monitoreo de la calidad del aire y gestión de los que se realice en el país.</li> </ul>

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 8.1. Aire

La mezcla de gases que componen la capa de la atmósfera en el planeta, se constituye como uno de los componentes principales para el desarrollo de la vida:

Ya que sin su existencia la vida en el planeta desaparecería, está compuesta de aproximadamente el 78% de Nitrógeno (N), el 21% de Oxígeno (O), 0.03% de Dióxido de carbono ( $CO_2$ ), 0.94% de Argón (Ar), y otros gases de composición variable de acuerdo a la zona donde se encuentre, dependiendo principalmente del grado de contaminación y vegetación presente (Katz, 2011)

## 8.2. Componentes del aire

“La mezcla de los 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 envuelve el globo terrestre” (Organización Mundial de La Salud , 2018).

Los componentes de aire pueden dividirse en dos grupos: componentes constantes y componentes accidentales.

“Los componentes constantes son el nitrógeno, el oxígeno y los gases nobles. Además has tres componentes siempre presentes pero cuya cantidad varía según el lugar y el tiempo: son el dióxido de carbono el vapor de agua y el polvo” (Delgado, 2011).

“Los componentes accidentales son los más grandes y vapores característicos del aire de una determinación localidad” (Delgado, 2011).

En general la composición química del aire es la siguiente en peso:

- Nitrógeno 75,58%
- Oxígeno 23,08%
- Dióxido de carbono 0,053% (este porcentaje corresponde a un aire limpio sin contaminación).

## 8.3. Composición del aire

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

**Tabla 3**

*Composición del aire.*

<b>Componente</b>	<b>Contenido (Fracción Molar)</b>	<b>Masa Molar</b>	<b>Concentración Aproximada (%)</b>
<b>Nitrógeno</b>	0,78084	28,013	78,03
<b>Oxígeno</b>	0,20968	31,998	20,99
<b>Argón</b>	0,00934	39,948	0,94

<b>Dióxido de Carbono</b>	0,000375	44,0099	0,03
<b>Neón</b>	0,00001818	20,183	0,00123
<b>Helio</b>	0,00000524	4,003	0,0003
<b>Metano</b>	0,000002	16,043	0,0002
<b>Criptón</b>	0,00000114	83,80	0,00005
<b>Hidrogeno</b>	0,0000005	2,0158	0,01
<b>Óxido Nitroso</b>	0,0000005	44,018	0.00005
<b>Xenón</b>	0,000000087	131,30	0,000006

**Fuente:** (Katz, 2011)

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

#### **8.4. Contaminantes Atmosféricos**

En el texto unificado de Legislación Secundaria se define la contaminación atmosférica como la presencia de sustancias en la atmosfera:

Que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentraciones suficientes, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente. A pesar de que la metodología internacional propone la contabilización tanto de gases efecto invernadero como de gases criterio, en el caso ecuatoriano se ha decidido tomar en cuenta sólo los gases criterio que se encuentran en las capas atmosféricas más cercanas a la Tierra tropósfera y estratósfera, dado que son los de mayor importancia en el análisis de contaminación atmosférica por las afecciones a la salud humana (TULSMA, 2015)

“En los cálculos ecuatorianos se excluye al ozono y a los compuestos de plomo dado que no se cuenta con factores de emisión para estos gases” (TULSMA, 2015); Además se excluye a las emisiones generadas por la biomasa pues estas no se dan como consecuencia de las actividades económica.

Al entender claramente el tema de contaminación ambiental y los distintos contaminantes existentes, para su análisis se considera al monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), siendo estos los que presentan mayor relevancia a efectos ambientales,

encontrándose dentro del listado de los gases de efecto invernadero  
(TULSMA, 2015)

## **8.5. Contaminación Antropogénica**

“Es aquella producida por los humanos, alguna de las más importantes son Industriales. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos, las más peligrosas son las que producen contaminantes más peligrosos, como metales tóxicos” (Garrido J. , 2000)

### **8.5.1. Fuentes de Contaminación Antropogénica**

“La combustión en vehículos por lo general levantan polvos o material particulado en la calzada, las evaporaciones de solventes, Comúnmente estas se han clasificado genéricamente las fuentes de emisión de agentes contaminantes en la troposfera considerando su localización” (Garrido J. , 2000).

### **8.5.2. Fuentes Móviles**

La Principal fuente Móvil de Contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxidos de carbono material particulado y menores:

Cantidad de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COV<sub>s</sub>). Las emisiones de los automóviles también contienen plomos y cantidades trazos de algún contaminante peligroso. Los requisitos para el control de emisiones de automóviles han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire (Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R. , 2010)

### **8.5.3. Fuentes Fijas**

“Se localizan en un punto determinado y a su vez estas se pueden subdividir en focos de combustión estacionaria, distinguiéndose los industriales, domésticos y vertederos, y otro tipo de focos” (María Nieves Gonzalez Delgado, 2011,p.53).

### **8.5.4. Emisión**

“Se entiende por la descarga de sustancias en la atmósfera para el propósito de esta norma la emisión se refiere a las concentraciones de las descargas provenientes de la combustión entre fuentes fijas y de determinados procesos industriales.” (TULSMA, 2015)

### 8.5.5. Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

“De los óxidos de azufre más conocidos SO<sub>2</sub> siendo el segundo se emite con mayor concentración hacia la atmosfera, este gas se caracterizan por ser incoloros y cuando su concentración supera a las 3ppm, su olor se vuelve irritable”(Carnicer, 2008).

Se forma por la combustión de sustancias que contienen Azufre

Reacción de formación:  $S + O_2 \rightarrow SO_2$

“Entre los principales impactos del SO<sub>2</sub> se destaca las afecciones en el sistema respiratorio humano ya que en concentraciones que oscilan las 30 ppm” (Carnicer, 2008). Causan enrojecimiento en los ojos y tos, de manera que la exposición a largo plazo implica un alto riesgo de adquirir enfermedades respiratorias crónicas.

### 8.5.6. Monóxido de Carbono (CO)

“Este contaminante se caracteriza por no tener color ni olor, es gas toxico con una densidad menor ala del aire, por lo que se puede dispersar fácilmente, se caracteriza por no ser irritante en las formas nasales y en los oídos” (Salinas, P. A. , 2012)

Se forma por la combustión incompleta de química formado por Carbono (C).

Reacciones de formación  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$

$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$

La exposición a este contaminante implica un “alto riesgo de afectar el sistema respiratorio, el cerebro y el corazón” (Sbarato, D. S. , 2016). Ya que al entrar en contacto con el cuerpo humano ingresa a los pulmones, y posteriormente a la sangre, dando lugar a que las células sé que den sin Oxígeno.

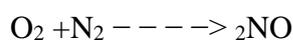
### 8.5.7. Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Este gas toxico se caracteriza por ser de un color café amarillento se forma principalmente por la incineración de combustibles fósiles y como producto de la combustión de los automóviles que funciona tanto con gasolina como diésel, además este contaminante incide de manera directa en la

concentración de  $PM_{2.5}$  en el ambiente (María Nieves Gonzalez Delgado, 2011).

“Se forma por la combustión directa de Oxígeno y Nitrógeno, dando lugar a Óxido Nítrico (NO), posteriormente, mediante la oxidación parcial de esta molécula se transforma en  $NO_2$ ” (María Nieves Gonzalez Delgado, 2011).

Reacciones de formación:



La exposición a corto plazo de este contaminante afecta al sistema respiratorio, ya que lo irrita. Por otro lado:

Si se ven afectados aumentando el riesgo de adquirir enfermedades respiratorias crónicas. El riesgo ante la exposición al Dióxido de Nitrógeno aumenta en personas que tengan enfermedades respiratorias como asma, así como también en niños (María Nieves Gonzalez Delgado, 2011)

#### 8.5.8. Material Particulado $PM_{2.5}$ Y $PM_{10}$

Se trata de distintas partículas diminutas que se concentran en las diferentes capas que conforman la atmosfera. Pueden encontrarse en estado sólido o líquido, provienen principalmente del hollín automóbiles ya sean a gasolina o a diésel y quema de combustibles fósiles con un diámetro menor a 2,5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ), y el material particulado con un diámetro menor a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), (Oyarzún, M., 2010)

#### 8.5.9. Material Particulado $PM_{2.5}$

“Las partículas finas tienen un diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micrómetros, provenientes generales de la utilización de combustibles fósiles y polvos; estas se forman en la atmosfera principalmente por la presencia de gases como los óxidos de azufre.  $NO_x$  y COV” (Álvarez Mendoza, C. I., & Padilla Almeida, O., 2019)

Generalmente permanecen más tiempo en la atmosfera que las gruesas, por periodos que pueden ser de días o semanas y tienden a dispersarse de manera más uniforme generalmente transformaciones atmosféricos locales, durante el estancamiento atmosférico o durante el transporte de largas distancias al convertirse en un aerosol medianamente estables, lo que con lleva uniforme que la de partículas finas (Álvarez Mendoza, C. I., & Padilla Almeida, O., 2019)

Se clasifican en dos categorías:

“Las que se entienden al ambiente: Dentro de esta se encuentran las partículas carbonosas del humo y las provenientes de las emisiones de motores diésel” (María Nieves Gonzalez Delgado, 2011).

Las que se forman en el ambiente: Se incluyen las partículas carbonosas que se generan durante la secuencias de la reacción fotoquímica que conduce a la formación de O<sub>3</sub>, así como las partículas de sulfato y nitratos que resultan de la óxidos de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> liberado (María Nieves Gonzalez Delgado, 2011).

## **8.6. Principales Contaminantes del Aire**

“Los contaminantes atmosféricos constituyen problemas graves como disminución de la función pulmonar y al aumento la actividad bronquial, disminuye la tolerancia al ejercicio y aumenta el riesgo de bronquitis obstructiva crónica del asma bronquial y cáncer pulmonar.” (Oyarzún, M., 2010)

En la atmosfera se encuentra una secesión de compuestos que contribuye a la contaminación del aire, de los cuales se los diferencia en dos grupos principales:

Contaminantes primarios: los cuales son vertidos directamente a la atmosfera por alguna fuente emisión como chimeneas, automóviles, la misma agricultura entre otras. Los contaminantes atmosféricos que integran este grupo son: (Oyarzún, M., 2010)

### **Óxidos de Azufre (SO<sub>x</sub>):**

Son gases incoloros no inflamables formados por partículas de azufre y de oxígeno. Producidos por la combustión de procesos industriales, tráfico de

vehículos y calderas de calefacción. Si se combina con el agua presente en la atmósfera generando la llamada lluvia ácida, causante de daños en infraestructuras y construcciones (Pellini.C., 2014).

**Monóxido de Carbono (CO):** Es el contaminante que se encuentra en mayor concentración en la atmósfera. Gas inflamable, insípido, incoloro. Se produce principalmente por la combustión de motores (tráfico) aunque la mayor parte de este gas se encuentra de forma natural en la atmósfera (Pellini.C., 2014).

**Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>):**

“Se producen en la combustión de productos fósiles, destacando los vehículos, carbón y quemados de madera. La producción de fertilizantes y explosivos, tabaco y calderas generan emisiones importantes de NO<sub>x</sub>” (Pellini.C., 2014)).

**Partículas:**

Es material respirable presente en la atmósfera en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras). De acuerdo con su tamaño se pueden dividir en dos grupos principales: las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 µm (*PM<sub>10</sub>*) y las de fracción respirable más pequeña (*PM<sub>2.5</sub>*) (Pellini.C., 2014)

**Hidrocarburos (HC):**

“Las emisiones de HC están asociadas a la mala combustión de derivados del petróleo. Las fuentes más importantes de emisión son el transporte por carretera, los disolventes, pinturas, vertederos y la producción de energía”(Paz, 2016).

**Contaminantes Secundarios:**

“Son los contaminantes originados en el aire como consecuencia de la transformación y reacciones químicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera” (Pellini.C., 2014)

**Ozono (O<sub>3</sub>):**

“Como se mencionó anteriormente el O<sub>3</sub> forma parte de la composición de la atmósfera, sin embargo a baja altura resulta perjudicial por su carácter oxidante, reactivo, corrosivo” (Pellini.C., 2014)

**Lluvia Ácida:**

“Proceso por el cual ciertos ácidos se forman en la atmósfera a partir de contaminantes y luego se precipitan a la tierra”(Pellini.C., 2014). El SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) y los NO<sub>x</sub>, siendo los causantes de la lluvia ácida. Estas sustancias en presencia de agua, O<sub>2</sub> y otros compuestos químicos forman ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) respectivamente, que se precipitan a la tierra en forma líquida cuando se presentan lluvias o en forma seca en presencia de nevadas o neblinas. El pH de la lluvia normal es de alrededor de 6, mientras que la lluvia ácida presenta un pH menor a 5.

**Contaminación Fotoquímica:**

“La constituyen la luz solar y sustancias susceptibles de ser oxidadas”. (Pellini.C., 2014)

**8.6.1. Clasificación de las Partículas según su Fuente**

El material particulado (PM) según su fuente, varía en composición toxicidad y tamaño, pudiendo clasificarse en:

“Partículas gruesas, principalmente derivadas de la suspensión de polvo, sucio, u otros materiales provenientes de caminos de la agricultura, minería, de tempestades, de volcanes, entre otros” (Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R, 2010).

“Partículas finas, que se derivan de la emisión de procesos como la quema de maderas, de combustión de vehículos (gasolina o diese).la quema de carbón y procesos industriales”(Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R, 2010).

“Partículas ultra finas, que son definidas por tener un diámetro aerodinámico menor a 0.1 micrómetros Proceden de la combustión, como reacciones fotoquímicas atmosféricas, forman un agregado de *PM*<sub>2,5</sub> porque su vida es muy corta”(Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R, 2010).

**8.6.2. Contaminantes Atmosféricos y la Salud: Partículas en Suspensión**

La contaminación del aire es un importante problema de la salud publica dado sus elementos sobre la salud observándose consistente asociación entre contaminación un incremento en hospitalizaciones por enfermedades respiratoria y asma, incremento de “frecuencias y severidad de los síntomas respiratorios como bronquitis, tos y agravamiento así como mayor riesgo de mortabilidad pos neonatal por causa respiratoria, al aumentar niveles de

contaminaciones atmosféricas. De  $PM_{2.5}$  en particular”(Contreras Vigil, A. M., García Santiago, G., & Icaza Hernández, B , 2013).Hay efectos de la contaminación del aire sobre la salud a corto y largo plazo, siendo exposición a largo plazo y larga duración de más significativa para la salud publica mayoría de las muertes atribuibles a la contaminación atmosférica en la población general relacionadas con las enfermedades no transmisibles.

“En efecto, el 36% de las muertes por cáncer de pulmón del 35% de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (COPD), el 34% de accidentes cerebrovasculares y el 27 % de las cardiopatías isquémicas son atribuibles a la contaminación atmosférica” (Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R, 2010).

Al respirar, inhalar 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 se comportan al aire, más que su contenido. Hay partículas de diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micrómetros  $PM_{2.5}$  pueden llegar hasta los pulmones. En último partículas ultra finas. Con un diámetro igual o inferior 01 micrómetros, que pueden pasar del pulmonar a la sangre (Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R, 2010)

Las partículas más pequeñas con las más peligrosas, pertenecen más tiempo en el aire penetrando hasta los lugares más profundos de los bronquios. El mayor riesgo esta que el diámetro penetre por la nariz y la garganta, llegando a los pulmones y provocan problemas respiratorios e irritaciones de los capilares pulmonares” (Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R, 2010)

“Los efectos adversos dependen por una parte, de la concentraciones y la duración de la exposición y por atrás, de la susceptibles de las personas expuestas” (Oyarzún, M., 2010)

### **8.6.3. Efectos del Material Particulado $PM_{2.5}$ Y $PM_{10}$ Sobre La Salud De Las Personas**

Los efectos que las partículas causan en la salud de las personas han estado históricamente asociadas a la exacerbación de enfermedades

de tipo respiratorios, tales como la bronquitis, Y más recientes también se han analizado y demostrado sus efectos sobre las dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos surgieron que este tipo de contaminación y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano está asociado con incrementos en la movilidad mortalidad de la población expuesta y al crecimiento de desarrollo del asma y alergias entre la población infantil en este caso de las partículas  $PM_{2.5}$  su tamaño así que sea el 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alveolos pulmonares incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos cómo metales pesados y compuestos orgánicos que no se compone en general las partículas más grandes (Javier, 2016)

Todos ello hace que la evidencias científica este “revelando más partículas efectos más severos sobre la salud que las más grandes  $PM_{10}$ ” (Linares.C., 2009). Así mismo su tamaño sean más ligeras y por eso generalmente permanecen por más tiempo en el aire prolongando sus defectos y no que facilita su transporte por el viento a grandes distancias.

Para el (Ministerio de Ambiente, 2010) el material particulado “está constituido por material sólido o líquido en forma de aerosol, presente en la atmósfera”. Según (Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003) el material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  material cuyo diámetro aerodinámico es igual o menor que 10 micrones y 2.5 micrones, respectivamente. Por su pequeño tamaño son las fracciones de partículas suspendidas de mayor importancia para la protección de la salud.

“Las partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera (su diámetro va de 0.3 a 10  $\mu m$ ) como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen” (Ministerio de Ambiente, 2010). La fracción respirable de PST, conocida como  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  “está constituida por aquellas partículas de diámetro inferior a 10 micras y 2.5 micras, respectivamente, que tiene la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares

“La fuente principal viene de la combustión industrial y doméstica del carbón, de los procesos industriales, incendios, erosión eólica y erupciones volcánicas, de las

construcciones, demoliciones y otros. Y entre los efectos principales están” (Ministerio de Ambiente, 2010)

“**Salud humana:** produce irritación en las vías respiratorias. Su acumulación en los pulmones origina enfermedades como la silicosis y la asbestosis. Agravan el asma y las enfermedades cardiovasculares” (Ministerio de Ambiente, 2010).

**Materiales:** deteriora los materiales de construcción y otras superficies.

**Vegetación:** interfiere en la fotosíntesis.

“**Medio ambiente:** disminuyen la visibilidad y provocan la formación de nubes” (Recursos Naturales Secretaría de Estado de Medio Ambiente, 2010).

#### **8.6.4. Efecto en la Naturaleza**

La interacción del material particulado con ciertas variables meteorológicas produce una gran cantidad de impactos sobre los ecosistemas:

El clima, el ciclo hidrológico y la agricultura los impactos sobre los ecosistemas se deben principalmente a que los nutrientes que se depositan con el polvo, como el fósforo o el hierro, son limitantes para la productividad tanto de ecosistemas oceánicos como terrestres. (Ministerio de Ambiente, 2010)

La deposición de polvo en “los ecosistemas terrestres y oceánicos estimula la productividad, y por ende afecta los ciclos biogeoquímicos de carbono y nitrógeno” (Ministerio de Ambiente, 2010)

#### **8.7. Equipo E-BAM (Monitoreo de Atenuación Beta)**

El modelo E-BAM es un monitor portátil de aire atmosférico que mide y registra automáticamente los niveles de concentración de partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ :

En el aire utilizando el principio de atenuación de rayos beta. La atenuación beta es una tecnología probada, que ha sido utilizada para el monitoreo de partículas en los últimos 40 años. Se basa en filtro y detección de atenuación beta. El E-BAM tiene la misma operación básica que los muestreadores manuales basados en filtro (Met One Instruments, Inc., 2008). Este método proporciona una determinación simple de la

“concentración en unidades de miligramos de partículas por metro cúbico de aire. Un pequeño elemento 14 C (Carbono 14) emite una fuente constante de electrones de alta energía conocidos como partículas beta, siendo mostradas y contadas por un detector de centelleo sensible.

Una bomba de vacío extrae una cantidad medida de aire cargado de polvo a través de la cinta de filtro, que se coloca entre la fuente y el detector, lo que provoca una atenuación de la señal de partículas beta. El grado de atenuación de la señal de partículas beta se utiliza para determinar la concentración de masa de partículas en la cinta de filtro y la concentración volumétrica de partículas en el aire ambiente. El E-BAM está diseñado como un medidor beta simple, compacto y autónomo, para aplicaciones portátiles donde se requiere un despliegue rápido y mediciones en tiempo real de intervalos cortos.

### Figura 1

*E-BAM de Met One Instruments*



**Fuente:** (Eco-Rental Solutions, 2020)

#### 8.7.1. Descripción del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta)

El E-BAM es un equipo “automático de PTS (TSP), (MP) ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) Basándose en el filtro y detección de atenuación beta” (Met One Instruments Inc, 2008) El equipo E-BAN tienen la operación básica que los muestreadores manuales basados en filtro como el Alto Volumen con cabezal de muestreo selectivo por el tamaño de las partículas.

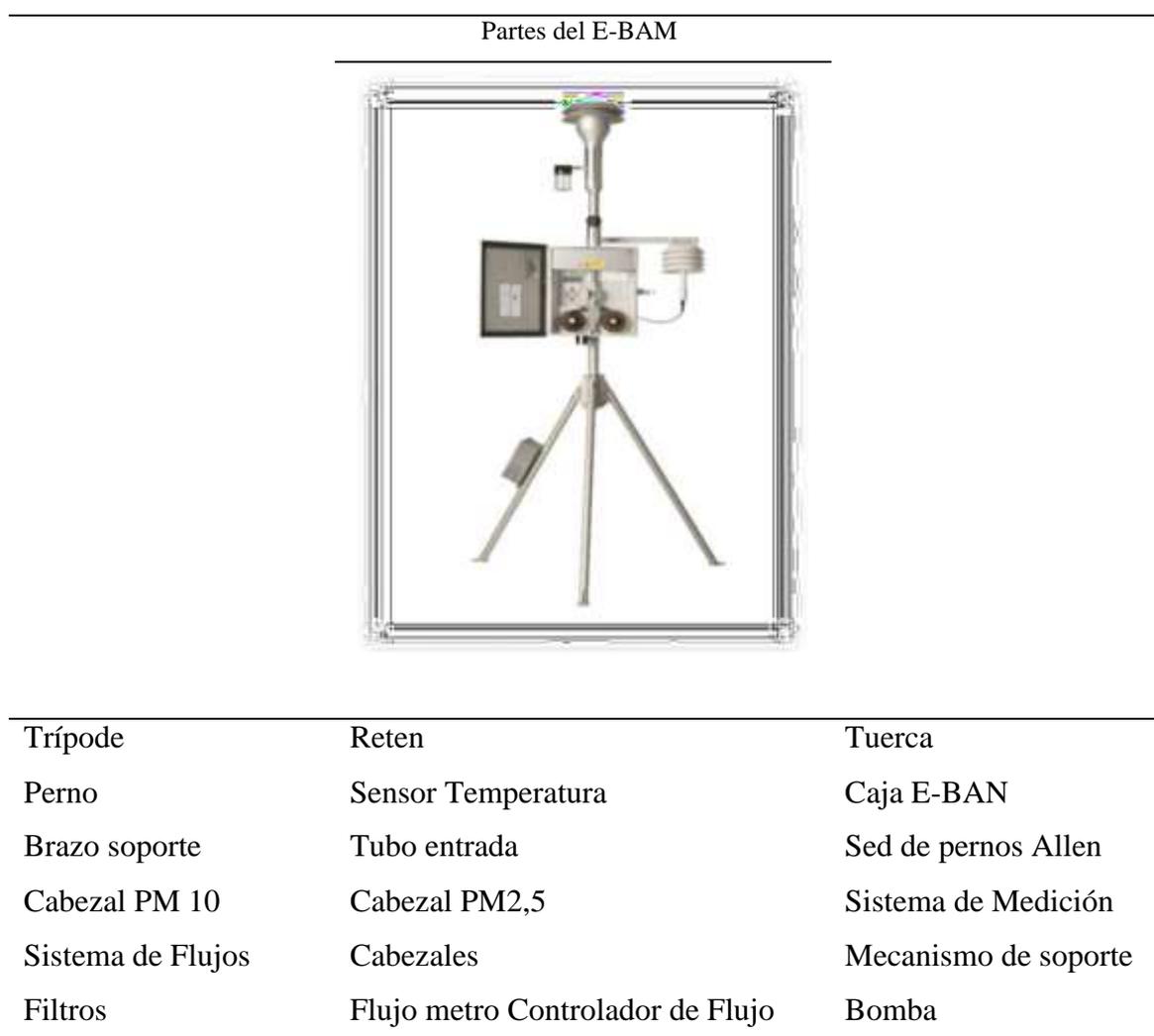
El E-BAM es un monitor portátil de “aire atmosférico basado en el principio de la absorción atenuación beta”(Met One Instruments Inc, 2008). La atenuación beta es una tecnología probada que ha sido utilizada para el monitores de partículas en los últimos años se observado su efectividad para la toma de muestras en material particulado 10 y 2.5um.

“La atenuación beta es definida como la disminución para el número de partículas debido a la absorción de un medio interpuesto. El E-BAN usa Carbono ( $^{14}\text{C}$ ) son electrones emitidos del núcleo este es un electrón de partícula subatómica” (Met One Instruments Inc, 2008)

### 8.7.2. Las Partes del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta)

#### Figura 2

*Partes del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta)*



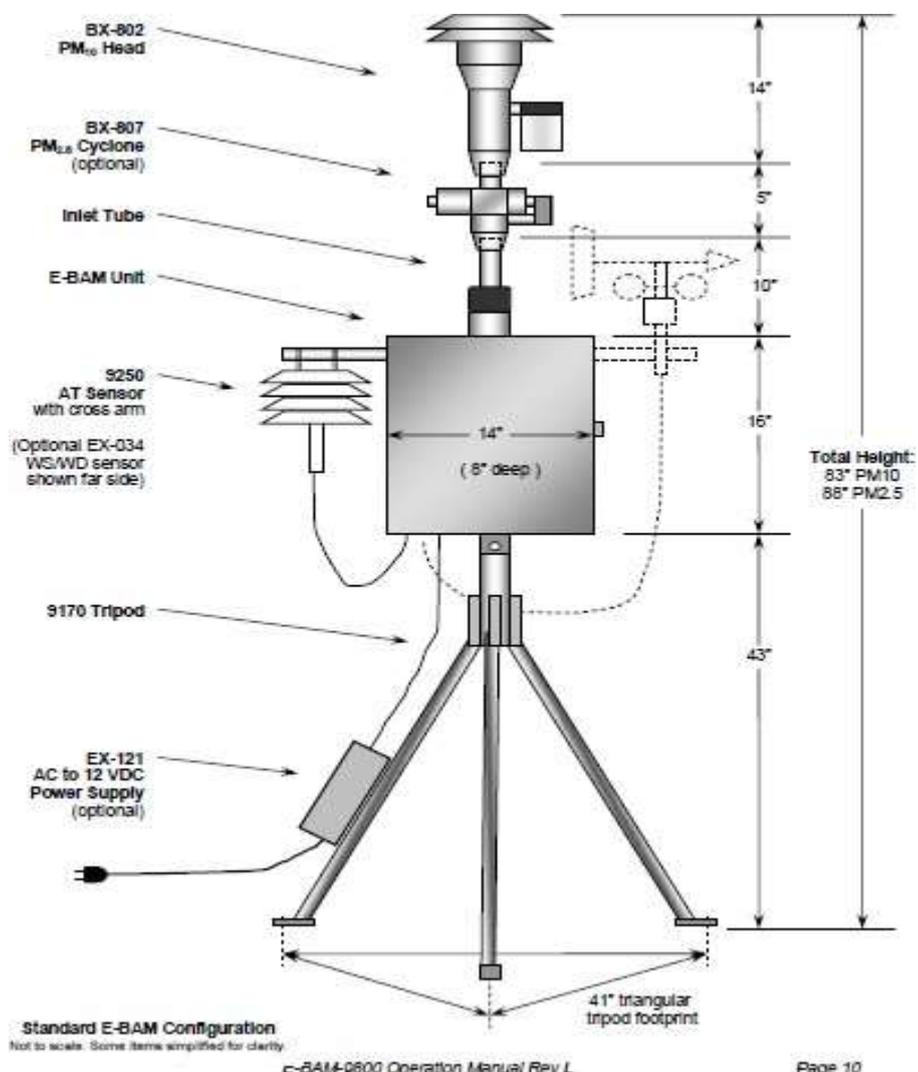
**Fuente:** ((Eco-Rental Solutions, 2020)

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

### 8.7.3. Equipo E-BAM e Identificación de sus Partes

**Figura 3**

*Equipo E-BAM y sus partes.*



Fuente: (Eco-Rental Solutions, 2020)

#### 8.7.4. Ventajas del Equipo E-BAM

*Tabla 4.*

*Ventajas del Equipo E-BAM*

<b>Ventajas del Equipo E-BAM</b>	
Obtención de datos de forma inmediata.	Pantalla se puede ser leída directamente.
Conexión a la computadora de forma fácil.	Elaborada con buenos materiales.
Manejo Claro y Rápido.	Fácil medición del Material particulado.

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

## 9. BASE LEGAL

### 9.1. Constitución de la República del Ecuador.

**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.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y residuos tóxicos al territorio nacional.

## **9.2. Código Orgánico del Ambiente**

El Artículo 1 del Código Orgánico del Ambiente garantiza el derecho de las personas a estar en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado:

Establece proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. Las disposiciones presentes en este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales que se encuentran en la Constitución también los instrumentos que fortalecen su ejercicio los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines” (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

## **9.3. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente**

El Artículo 486 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente establece que el muestreo es la actividad de tomar muestras con el objetivo de evaluar y analizar la calidad ambiental en proyectos, obras o actividades:

Los Muestreos serán gestionados por los operadores para cumplir el plan de monitoreo del plan de manejo ambiental y para determinar la calidad ambiental de una descarga, emisión, vertido o recurso. “Los Muestreos deben realizarse considerando normas técnicas vigentes y supletoriamente utilizando normas o estándares aceptados internacionalmente”(Código Orgánico del Ambiente, 2017).Para la toma de muestras de las descargas, emisiones y vertidos, el operador deberá disponer de sitios adecuados para muestreo y aforo de los mismos y proporcionará todas las facilidades e información.

## **9.4. Acuerdo Ministerial 097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria**

Según la Normativa Vigente 097-A, en el anexo 4, del Libro VI, del texto unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente:

Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Libro VI, Anexo 4 define que: La presente norma tiene como objetivo principal el preservar la salud de las personas la calidad del aire, el bienestar de los ecosistemas y del medio 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 establece las siguientes concentraciones máximas para material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ . El material particulado menor a 10 micrones ( $PM_{10}$ ).- El promedio aritmético de la concentración de  $PM_{10}$  de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta micrones por metro cúbico ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico ( $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Se considera niveles altos a “la norma de calidad del aire para material particulado  $PM_{10}$  cuando el porcentaje es  $98\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anal en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a ( $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ )” (Oyarzún, M., 2010)

### 9.5. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.

**Tabla 5**

*Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire*

CONTAMINANTES	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Material Particulado $PM_{10}$	250	400	500
Material Particulado $PM_{2.5}$	150	250	350

**Fuente:** (Norma de Calidad aire, 2015)

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

Actividades que se realizan al tener las respectivas alerta, alarma y emergencias en cada situación podemos mencionar de la siguiente manera:

#### **En nivel de alerta para $PM_{10}$ en 250 y para $PM_{2.5}$ 150**

“Informar al público, mediante los medios de comunicación en el nivel de alerta se basa para  $PM_{10}$  EN 250 y para  $PM_{2.5}$  150 restringir la circulación vehicular así como la operación de fuentes fijas de combustión” (Norma de Calidad de Aire, 2015) Estas últimas acciones podrán

consistir en “limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas de combustión, tales como soplado de hollín, o solicitar las determinaciones de las fuentes no reiniciar un proceso de combustión que se encontrase fuera de operación..

**En nivel de alarma para  $PM_{10}$  en 400 y para  $PM_{2.5}$  250:**

Informar al público del establecimiento del Nivel de alarma para  $PM_{10}$  en 400 y para  $PM_{2.5}$  250. 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 (Norma de Calidad de Aire, 2015).

**En nivel de emergencia para  $PM_{10}$  en 500 y para  $PM_{2.5}$  350:**

Informar al público del establecimiento del Nivel de Emergencia para  $PM_{10}$  en 500 y para  $PM_{2.5}$  350. 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” (Norma de Calidad de Aire, 2015) 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.

**9.6. Métodos de mediciones de concentraciones criterio del aire**

**Tabla 6.**

*Métodos de Mediciones de Concentraciones Criterio del Aire*

Método para: $PM_{10}$	Método para: $PM_{2.5}$
<b>Método Gravimétrico</b>	<b>Método Gravimétrico</b>
Mediante muestre ador de alto caudal. El equipo muestre ador, de alto caudal o de bajo caudal, estará equipada con una entrada aerodinámica capaz de separar aquellas partículas de tamaño superior a 10 micrones de diámetro aerodinámico.	Mediante muestre ador de bajo caudal.
<b>Descripción:</b> Las Partículas menores a 10 micrones serán captadas en un filtro, de alta eficiencia, y la concentración se determinara mediante el proceso de peso por el filtro, dividido	<b>Descripción:</b> El equipo muestre ador, de bajo caudal, estará equipado con una entrada aerodinámica capaz de separar aquellas partículas de tamaño superior a 2.5 micras de diámetro, las

ara el volumen total de aire muestreo durante un periodo de tiempo. partículas menores a 2.5 micrones serán captadas en un filtro, dividido para el volumen total de aire muestreado en un periodo de horas.

---

**Métodos alternos**

**Métodos alternos**

---

Podrán ser utilizados los denominados de medición continua, tanto del Micro balanza Oscilante como tipo Atenuación Beta. En el segundo tipo, el equipo muestre ador, con entrada PM10, contiene una fuente de radiación beta que determina la ganancia de peso en un filtro, a medida que este experimenta acumulación de partículas.

Podrán ser utilizados los denominados métodos de medición continua, del tipo Micro balanza Oscilante o del tipo Atenuación Beta. Según se describió para material particulado PM10.

**Fuente:** Valores tomados del AM 097 en reforma al anexo 4 del Libro VI del TULSMA

**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

## 9.7. Estándares Nacionales de Calidad del Aire para Material Particulado

### *Tabla 7*

*Estándares establecidos por la Legislación Ecuatoriana*

<b>Contaminante</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	<b>Máxima concentración Permitida</b>
Partículas Sedimentables	30 días	1mg/cm <sup>2</sup> /mes
<i>PM</i> <sub>10</sub>	1 año	50 µg/m <sup>3</sup>
	24 horas	100 µg/m <sup>3</sup>
Partículas Sedimentables		
<i>PM</i> <sub>2.5</sub>	1 año	15 µg/m <sup>3</sup>
	24 horas	50 µg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Valores tomados del AM- 097 en reforma al anexo 4 del Libro VI del TULSMA

**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

## 10. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

¿Mediante la información recopilada del monitoreo de calidad de aire se determina la cantidad de *PM*<sub>10</sub> y *PM*<sub>2.5</sub> en la ciudad de Latacunga?

El monitoreo que se realizó en la Ciudad de Latacunga del Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  se investiga una base de datos obtenida por fuentes que recopilaran la información refleja la cantidad de contaminación que existe del material particulado y esta será analizada la observación para verificar el cumplimiento de la normativa ecuatoriana según la legislación ambiental para el  $PM_{10}$  establecido en 23 microgramos sobre metros cúbicos en el sector del Niágara se observa un nivel elevado pero no sobre pasa los 100 microgramos sobre metros cúbicos y en  $PM_{2.5}$  en el sector de Lasso con 20 microgramos sobre metro cubico con el nivel estable la normativa ecuatoriana 50 microgramos.

¿El análisis obtenido mediante la consulta bibliográfica ayuda a una mejor comprensión de la situación que tiene Latacunga ayudando a prevenir y mitigar medidas de disminución de concentraciones de material particulado?

Mediante el análisis de datos se determina la concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  se encuentra entre límites máximos permisibles que se establece el Acuerdo Ministerial 097-A. Norma de calidad del Medio Ambiente, donde en el monitoreo no excede a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $PM_{10}$  y a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el  $PM_{2.5}$  una vez encontrado estos valores se compara para la normativa la, calidad del aire se sitúa en siete puntos mediante la identificación de concentraciones se encontró en el sector del Niágara una concentración de 20 microgramos en  $PM_{2.5}$  y en el sector de Lasso una concentración de 23 microgramos para  $PM_{10}$  siendo los niveles altos de contaminación al evaluar la calidad del aire.

## 11. METODOLOGÍA

### 11.1 Área de Estudio

El Área de estudio es la Provincia de Cotopaxi en el Ciudad Latacunga en la cual tiene una población de 170.150 habitantes (INEC, 2019), ubicada en la sierra centro del Ecuador esta se ubica en la extensión del valle interandino entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes cruza los nudos andinos transversales que conectando a los dos cordilleras. La Mayoría de la extensión también conocida como San Vicente Martín de Latacunga es una ciudad ecuatoriana así mismo como la urbe más grande y poblada de la misma .Se localiza al Centro- Norte en la región interandina del Ecuador, en la Hoya del río Patate atravesados por el ríos Cutuchi y Pumancuchi A una altitud de 2750 msnm y con un clima frio andino de  $12^\circ\text{C}$  en promedio, La Humedad relativa de 75% velocidad media del viento de 4.0 Km/h y una

precipitación media anual de 718.2 mm, es llamada Sultana del Cotopaxi por su ubicación geográfica (INAMHI, 2014).

**Tabla 8**

*Coordenadas de muestreo.*

<b>Coordenadas de Muestreo.</b>				
<b>Lugar</b>	<b>Coordenada S</b>	<b>Coordenada O</b>	<b>Elevación</b>	<b>Altitud</b>
<b>Latacunga</b>	0°55'53.29"	78°36'20.99"	0 m	2750 msnm

**Fuente:** Google Earth Pro

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

## **11.2. Espaciamiento de las obstrucciones**

Explica que si el E-BAM es localizado en un techo u otra estructura debe existir un mínimo de 2 metros de separación desde las paredes casas, etc. Los arboles proveen superficies para la deposición de material particulado como también producen restricción al flujo de goteando los árboles.

El E-BAM debería ser ubicado al menos a 20 metros desde la línea de goteo .El E-BAM debe ser ubicado al menos a una distancia entre las obstrucciones en un arco de 270 (o) alrededor del E-BAM predominando la mayor contaminación, debe estar incluida a este rango establecido.

## **11.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el alcance del proyecto se utilizó la investigación analítica, bibliográfica y revisión de artículos puesto que con aquí se logró alcanzar los objetivos propuestos para la investigación.

### **11.3.1. INVESTIGACIÓN ANALÍTICA**

Por medio de la investigación analítica se pudo comprobar el estado en que encuentra las emisiones de material particulado en la Ciudad de Latacunga, permitiéndonos las comparaciones con la normativa ambiental Vigente, determinado los índices permisibles.

### **11.3.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Se empleó para el análisis de la información en el apartado de fundamentación científica identificación del problema y se estableció conocimientos en la ejecución de los resultados de los análisis.

## **11.4. Técnicas**

### **11.4.1 Observación Directa**

La observación directa permitió realizar un planeamiento adecuado del problema de estudio permitiendo acercarnos lo más posibles a la realidad a su vez acercarnos al área de estudio donde se llevó acabo el trabajo.

### **11.4.2. Fichaje**

El Fichaje apporto en llevar los registros de las mediciones que se encontraron mediante las consultas bibliográficas de la Ciudad de Latacunga, la cual proporcionó un mejor análisis crítico o estadístico de la situación actual del estudio.

## **11.5 Método**

### **11.5.1 Descriptivo**

Se utiliza para la obtención de las bases de conocimiento necesarios y la noción del estado actual del problema identificado en la Ciudad de Latacunga, en el área de estudio y los elementos que estos expulsaron al Medio Ambiente, se tomó en cuenta sus características y su influencia en la población.

### **11.5.2. Estadístico Descriptivo**

La obtención de datos del material particulado se organizó, resumiendo y presentando en forma adecuada a los valores reales, permitidos posterior mente analizar e implementar los resultados obtenidos mediante las fuentes bibliográficas consultadas.

### **11.5.3. Inductivo**

Permitió efectuar conocimientos generales de la cantidad de material particulado presentes en la atmosfera generados con la normativa vigente ecuatoriana.

## 11.6. Instrumentos

### 11.6.1 Instrumentos adicionales que se utilizan para la toma de muestras de material particulado

- E-BAM.- Equipo Tecnológico de monitoreo o de medición  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ .
- Cámara.- Ayuda a obtener registros fotográficos..
- GPS.- Aporta con las coordenadas geográficas de ubicación en el área de estudio
- Google Earth.- Ayuda con la determinación más exacta de la zona de estudio.
- Computadora.- Ordenador en la cual se realizó todo el proceso descriptivo del proyecto.
- Excel.- Ayuda a la tabulación de datos y representaciones en pasteles.

## 11.7. Diseño no Experimental

La presente investigación no presenta diseño experimental, pero se realiza cálculos básicos para la determinación de resultados.

## 12. Identificación del monitoreo del material particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ .

De esta manera se encuentra datos más relevantes donde se realiza hora tras hora la toma de muestras en las 24 horas en dos puntos distintos cada hora se va analizando la cantidad de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en ello se aplica la suma de las partículas se promedia para 24 horas brindando los resultados del análisis realizada en el equipo E-BAM se observa de una manera detalla y al final se compara el lugar monitoreado para analizar de esta manera con normativa ecuatoriana actual.

### 12.1 Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$

**Tabla 9**

*Datos del monitoreo de Calidad del Aire Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga- vía E-35 Pujili.*

Nº HORAS	TIEMPO	$PM_{2.5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nº HORAS	TIEMPO	$PM_{10}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	1:00	10	1	1:00	7
2	2:00	12	2	2:00	13
3	3:00	7	3	3:00	8
4	4:00	8	4	4:00	8

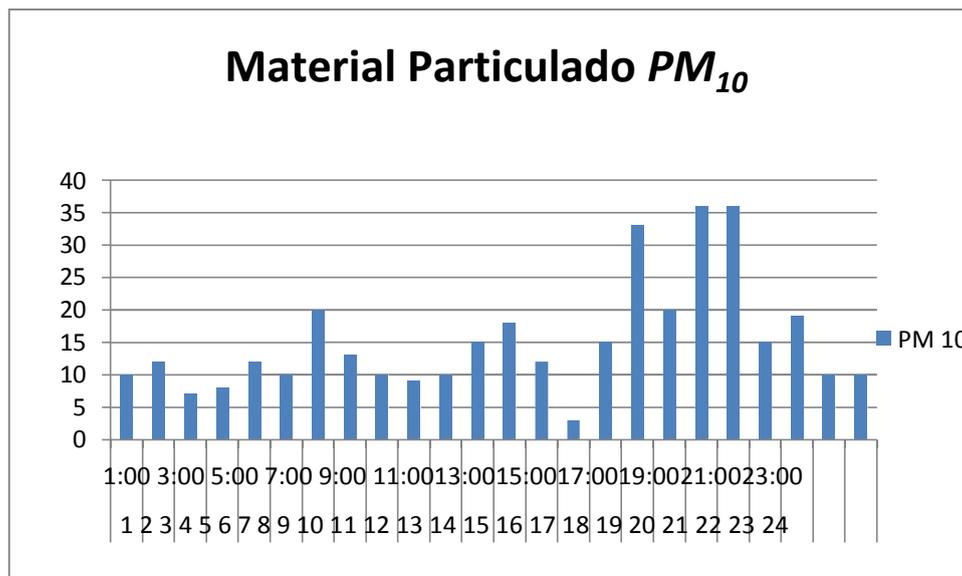
5	5:00	12	5	5:00	6
6	6:00	10	6	6:00	6
7	7:00	20	7	7:00	4
8	8:00	13	8	8:00	10
9	9:00	10	9	9:00	0
10	10:00	9	10	10:00	2
11	11:00	10	11	11:00	5
12	12:00	15	12	12:00	12
13	13:00	18	13	13:00	4
14	14:00	12	14	14:00	7
15	15:00	3	15	15:00	10
16	16:00	15	16	16:00	10
17	17:00	33	17	17:00	7
18	18:00	20	18	18:00	3
19	19:00	36	19	19:00	24
20	20:00	36	20	20:00	12
21	21:00	15	21	21:00	9
22	22:00	19	22	22:00	15
23	23:00	10	23	23:00	11
24	00:00	10	24	00:00	30
<b>Sumatoria</b>		<b>363</b>	<b>Sumatoria</b>		<b>223</b>
<b>Promedio</b>		<b>15</b>	<b>Promedio</b>		<b>9</b>

Fuente: Mariela Garcés

Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

#### Figura 4

*Material Particulado PM<sub>10</sub>*



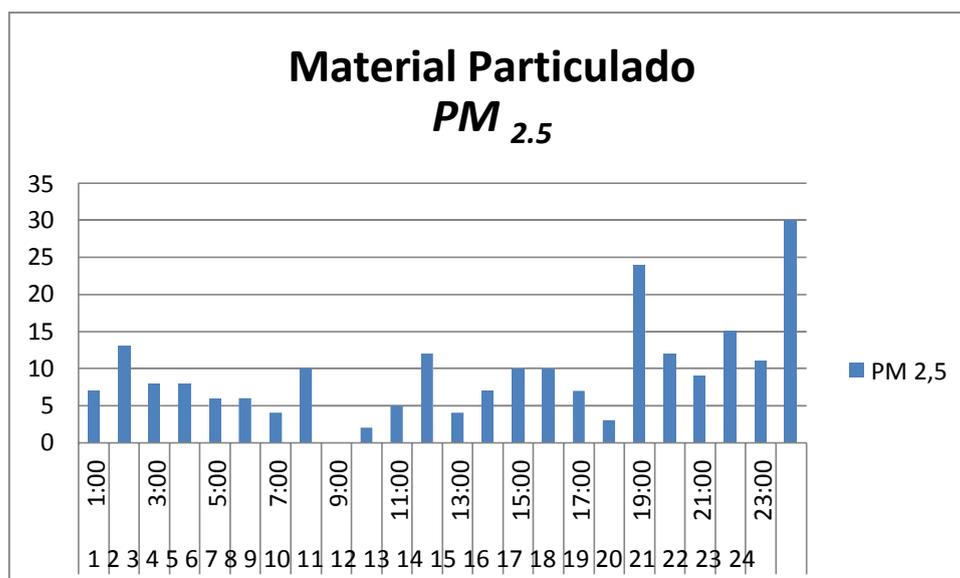
**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T.2020)

### **Interpretación**

Los datos que se obtuvieron del material particulado  $PM_{10}$  en la vía E 35-Pujili – Latacunga muestran diferentes concentraciones en la toma. Se observa que en las 24 horas la concentración es baja debido a escalas de circulación vehicular, lo cual da como resultado de las 17:00 horas hasta las 20:00 horas se nota un incremento de material particulado en este periodo se incrementa la circulación de los vehículos donde existió mayor concentración de este material particulado.

### **Figura 5**

*Material Particulado  $PM_{2.5}$*



Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

### Interpretación

Los datos que se obtuvo del material particulado  $PM_{2.5}$  en la vía Pujili – Latacunga muestran diferentes concentraciones en la toma se observa en las 24 horas la concentración bajas debido a escalas de circulación vehicular, lo cual da como resultados de las 19:00 horas y 00:00 horas se nota un incremento de material particulado ya que en este periodo los vehículos circulan en una mayor afluencia donde existió  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mayor concentración de este material particulado.

### Punto dos de la toma de muestras con el equipo E-BAM.

**Tabla 10**

*Datos del Monitoreo de Calidad del Aire Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga-vía E-35 Pujili.*

N° HORAS	TIEMPO	$PM_{2.5} \mu\text{g}/\text{m}^3$	N° HORAS	TIEMPO	$PM_{10} \mu\text{g}/\text{m}^3$
1	1:00	13	1	1:00	2
2	2:00	4	2	2:00	5
3	3:00	5	3	3:00	3
4	4:00	4	4	4:00	0
5	5:00	4	5	5:00	4
6	6:00	5	6	6:00	5
7	7:00	7	7	7:00	17
8	8:00	3	8	8:00	7

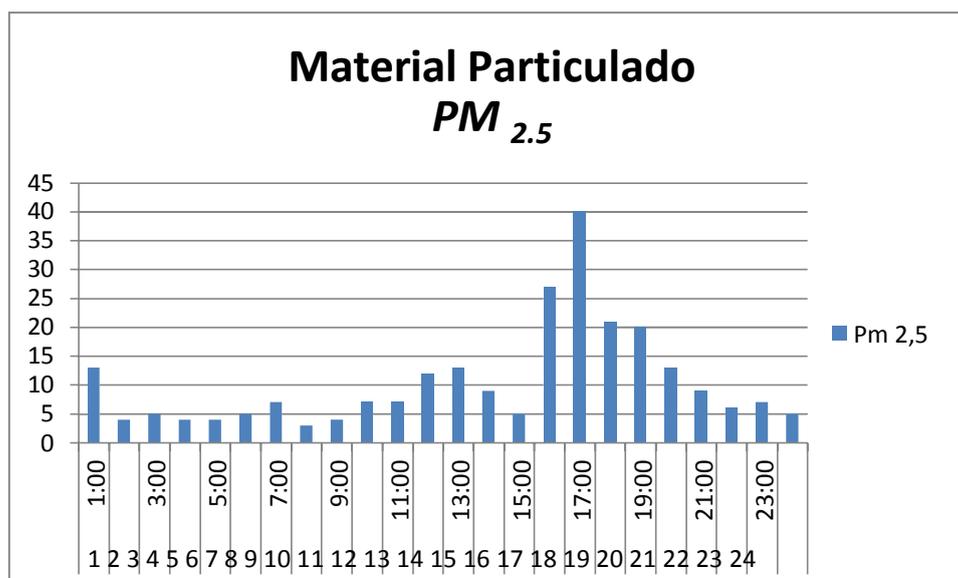
9	9:00	4	9	9:00	8
10	10:00	7	10	10:00	7
11	11:00	7	11	11:00	7
12	12:00	12	12	12:00	0
13	13:00	13	13	13:00	6
14	14:00	9	14	14:00	3
15	15:00	5	15	15:00	10
16	16:00	27	16	16:00	11
17	17:00	40	17	17:00	8
18	18:00	21	18	18:00	9
19	19:00	20	19	19:00	11
20	20:00	13	20	20:00	10
21	21:00	9	21	21:00	9
22	22:00	6	22	22:00	7
23	23:00	7	23	23:00	11
24	00:00	5	24	00:00	7
<b>Sumatoria</b>		250	<b>Sumatoria</b>		167
<b>Promedio</b>		10	<b>Promedio</b>		7

**Fuente:** Mariela Garcés

**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### **Figura 6**

*Material Particulado PM<sub>2.5</sub>*



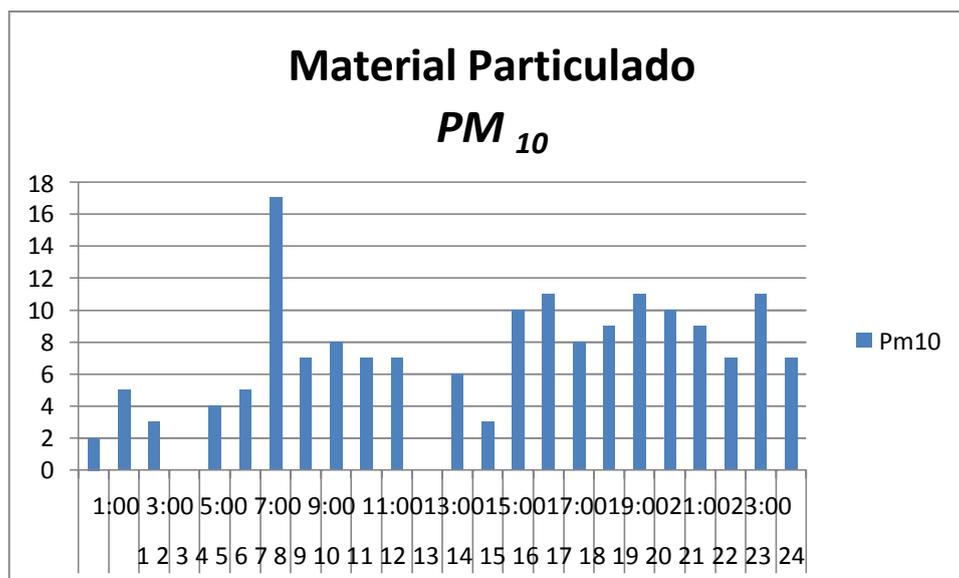
**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### **Interpretación**

Los datos que se obtuvo del material particulado  $PM_{2.5}$  en la vía E-35 Pujili – Latacunga muestra diferentes concentraciones en las tomas observados en las 24 horas la concentración siendo bajas debido a escalas de circulación vehicular, lo cual da como resultados de las 16:00 horas y 17:00 horas se nota un incremento de material particulado en este periodo los vehículos se incrementa la circulación donde existió  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mayor concentración de este material particulado.

### **Figura7**

*Material Particulado  $PM_{10}$*



Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

Los datos que se obtuvo del material particulado  $PM_{10}$  en la vía E-35 Pujili – Latacunga en este puntos se obtuvo el resultado de la elevación del punto más alto de  $17\mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la mañana 07:00 se observó un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones en las tomas observados en las 24 horas la concentración de este material particulado.

### 12.2. Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$

**Tabla 11**

*Datos del Monitoreo de Calidad del Aire Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga-Belisario Quevedo.*

N° HORAS	TIEMPO	$PM_{2.5}\mu\text{g}/\text{m}^3$	N° HORAS	TIEMPO	$PM_{10}\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	17:00	5	1	19:00	41
2	18:00	7	2	20:00	51
3	19:00	9	3	21:00	21
4	20:00	11	4	22:00	12
5	21:00	15	5	23:00	8
6	22:00	8	6	00:00	11
7	23:00	2	7	1:00	10
8	00:00	10	8	2:00	11
9	1:00	6	9	3:00	5

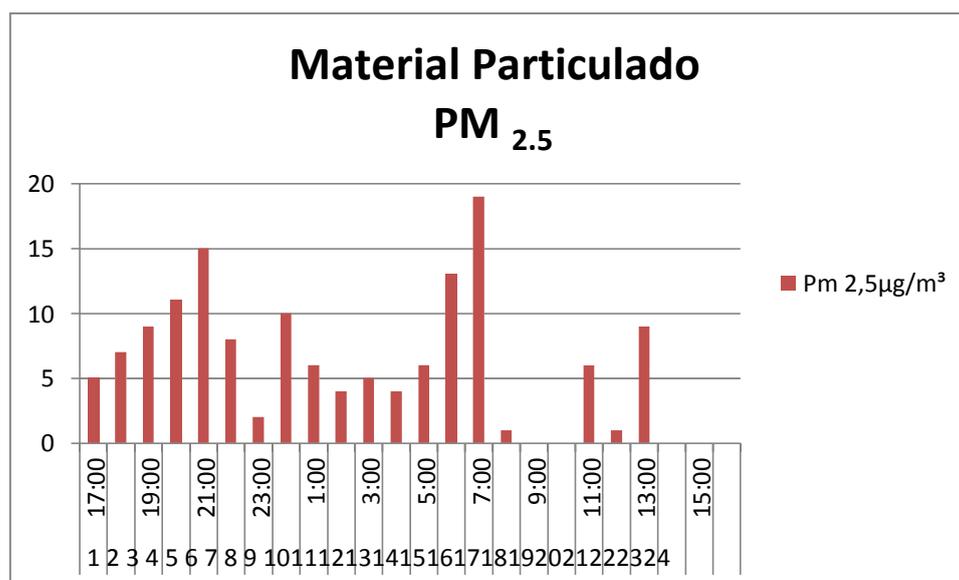
10	2:00	4	10	4:00	11
11	3:00	5	11	5:00	7
12	4:00	4	12	6:00	7
13	5:00	6	13	7:00	8
14	6:00	13	14	8:00	10
15	7:00	19	15	9:00	0
16	8:00	1	16	10:00	3
17	9:00	0	17	11:00	8
18	10:00	0	18	12:00	0
19	11:00	6	19	13:00	14
20	12:00	1	20	14:00	0
21	13:00	9	21	15:00	12
22	14:00	0	22	16:00	2
23	15:00	0	23	17:00	13
24	16:00	0	24	18:00	4
<b>Sumatoria</b>		<b>141</b>	<b>Sumatoria</b>		<b>269</b>
<b>Promedio</b>		<b>6</b>	<b>Promedio</b>		<b>11</b>

Fuente: Nataly Chiluzia

Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

## Figura 8

Material Particulado PM<sub>2.5</sub>



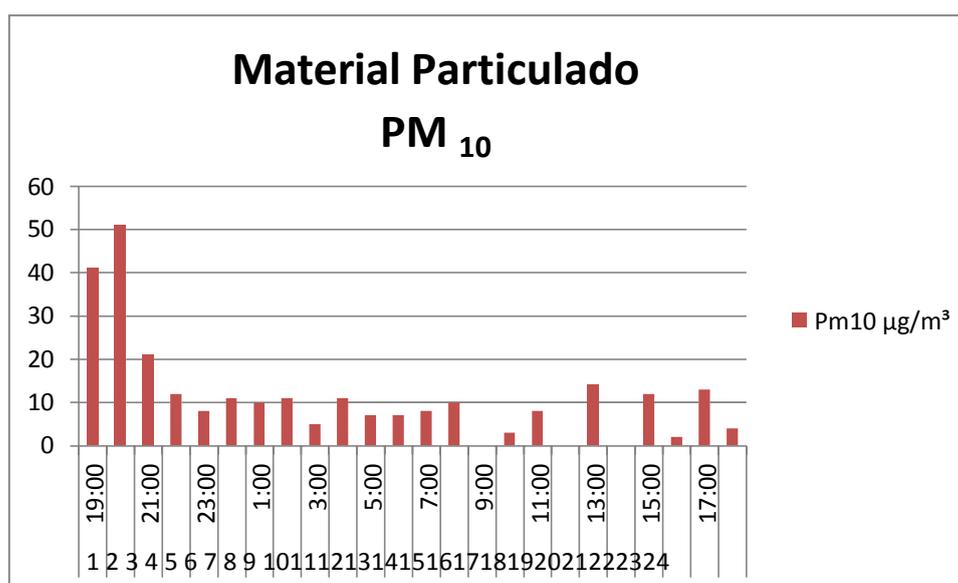
Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

## Interpretación

Los datos que se obtuvo del material particulado  $PM_{2.5}$  en Belisario - Quevedo – Latacunga en este punto se obtiene como resultado una elevación del punto más alta de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la mañana 07:00 se observó un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones se observa material particulado.

## Figura 9

Material Particulado  $PM_{10}$



Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

## Interpretación

Los datos que se obtuvo del material particulado  $PM_{10}$  en Belisario - Quevedo – Latacunga se observa los resultados en el punto más alta de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la noche 19:00 se observó un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones en las tomas observados en las 24 horas la concentración de este material particulado  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mismo rango de las 20:00 existe un pico alto del material particulado.

## Tabla 12

Datos del Monitoreo de calidad del aire material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga-Belisario Quevedo.

Nº HORAS	TIEMPO	$PM_{2.5}$ µg/m³	Nº HORAS	TIEMPO	$PM_{10}$ µg/m³
1	17:00	21	1	19:00	5
2	18:00	10	2	20:00	12

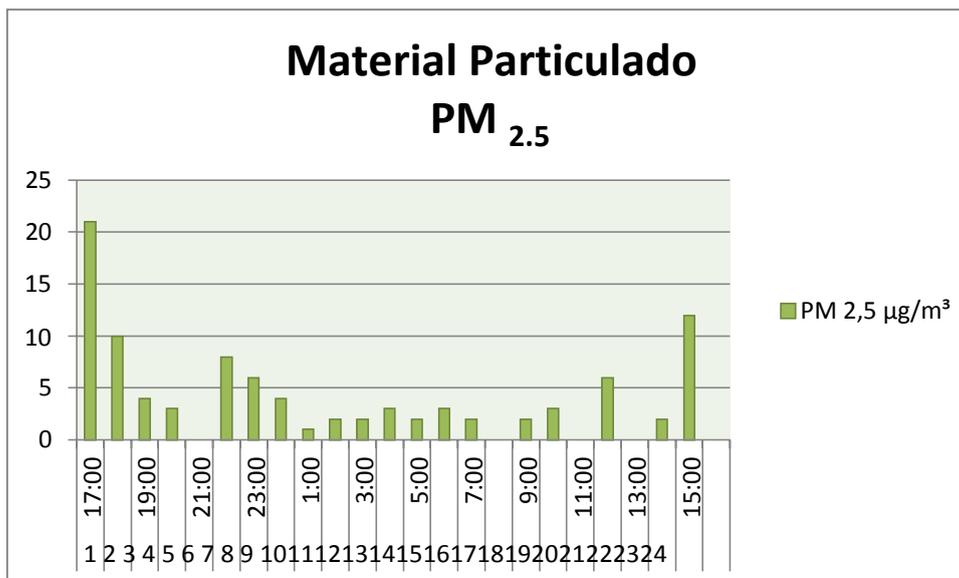
3	19:00	4	3	21:00	18
4	20:00	3	4	22:00	18
5	21:00	0	5	23:00	12
6	22:00	8	6	00:00	14
7	23:00	6	7	1:00	13
8	00:00	4	8	2:00	7
9	1:00	1	9	3:00	3
10	2:00	2	10	4:00	12
11	3:00	2	11	5:00	1
12	4:00	3	12	6:00	16
13	5:00	2	13	7:00	27
14	6:00	3	14	8:00	11
15	7:00	2	15	9:00	18
16	8:00	0	16	10:00	25
17	9:00	2	17	11:00	2
18	10:00	3	18	12:00	11
19	11:00	0	19	13:00	13
20	12:00	6	20	14:00	12
21	13:00	0	21	15:00	1
22	14:00	2	22	16:00	12
23	15:00	12	23	17:00	14
24	16:00	0	24	18:00	3
<b>Sumatoria</b>		<b>96</b>		<b>Sumatoria</b>	<b>280</b>
<b>Promedio</b>		<b>4</b>		<b>Promedio</b>	<b>12</b>

**Fuente:** Nataly Chiluzia

**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### **Figura10**

*Material Particulado PM<sub>2.5</sub>*



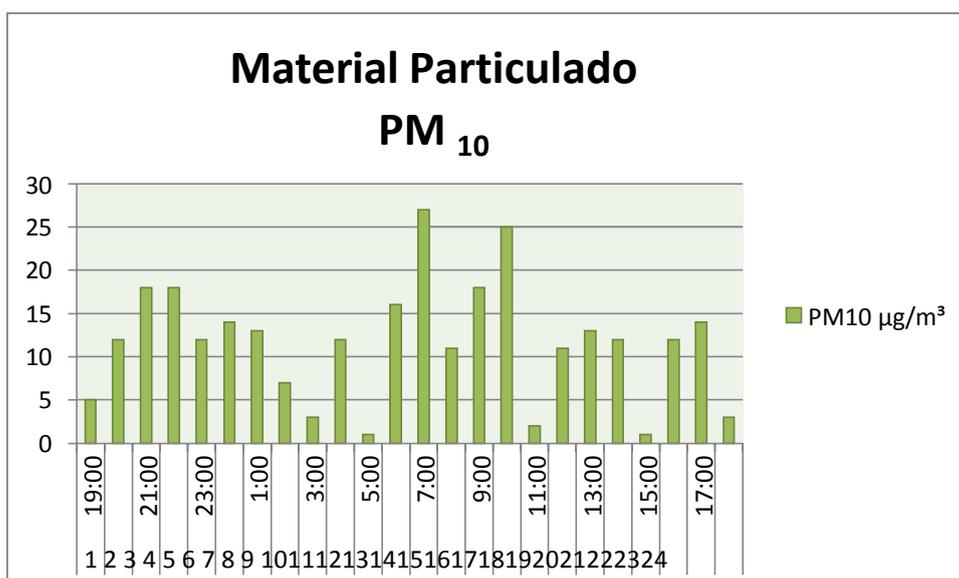
Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

**Interpretación**

Los datos obtenidos del material particulado PM 2.5 en Belisario - Quevedo – Latacunga en este punto se observa los resultados en el punto más alta de 20 µg/m³ en horas de la noche 17:00 se observa un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones se observa en las 24 horas la concentración de este material particulado 12 µg/m³ en el mismo rango de las 15:00 existe un pico alto del material particulado.

**Figura 11**

*Material Particulado PM 10*



**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### **Interpretación**

Los datos obtenidos del material particulado  $PM_{2.5}$  en la Belisario - Quevedo – Latacunga se observa los resultados en el punto más alta de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la mañana 7:00 se observó un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones se observa en las 24 horas la concentración de este material particulado  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mismo rango de las 10:00 existe material particulado elevado.

**Tabla 13**

*Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga-Niagara*

<b>N° HORAS</b>	<b>TIEMPO</b>	<b><math>PM_{2.5} \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>N° HORAS</b>	<b>TIEMPO</b>	<b><math>PM_{10} \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
1	11:00	35	1	11:00	36
2	12:00	24	2	12:00	12
3	13:00	18	3	13:00	4
4	14:00	11	4	14:00	5
5	15:00	23	5	15:00	0
6	16:00	19	6	16:00	6
7	17:00	19	7	17:00	5
8	18:00	23	8	18:00	8
9	19:00	29	9	19:00	7
10	20:00	33	10	20:00	14
11	21:00	22	11	21:00	13
12	22:00	20	12	22:00	0
13	23:00	8	13	23:00	15
14	00:00	17	14	00:00	7
15	1:00	17	15	1:00	20
16	2:00	22	16	2:00	2
17	3:00	22	17	3:00	6
18	4:00	19	18	4:00	9
19	5:00	21	19	5:00	1
20	6:00	25	20	6:00	7
21	7:00	16	21	7:00	7
22	8:00	21	22	8:00	0
23	9:00	13	23	9:00	12

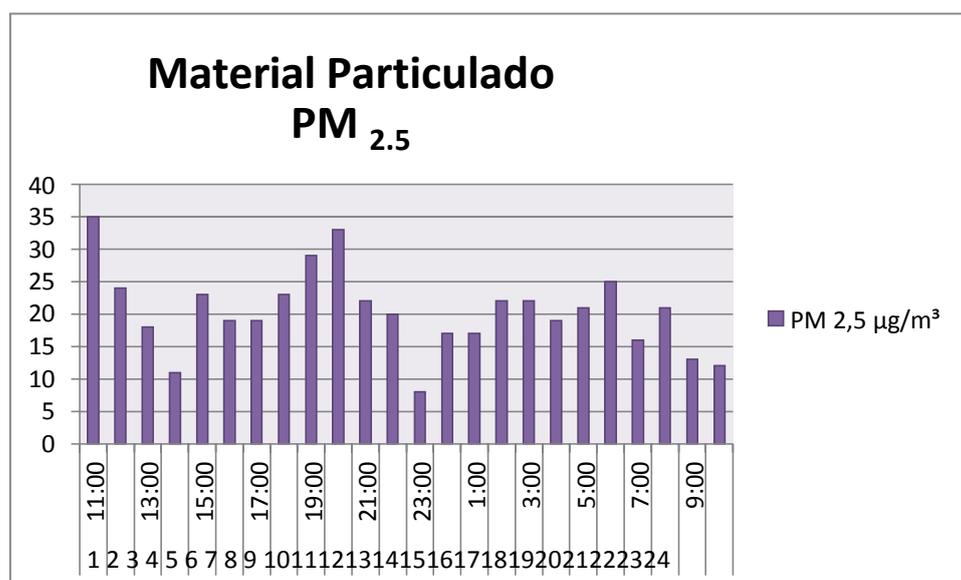
24	10:00	12	24	10:00	6
<b>Sumatoria</b>		<b>489</b>	<b>Sumatoria</b>		<b>202</b>
<b>Promedio</b>		<b>20</b>	<b>Promedio</b>		<b>8</b>

Fuente: Jenny Taguada

Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Figura 12

Material Particulado  $PM_{2.5}$



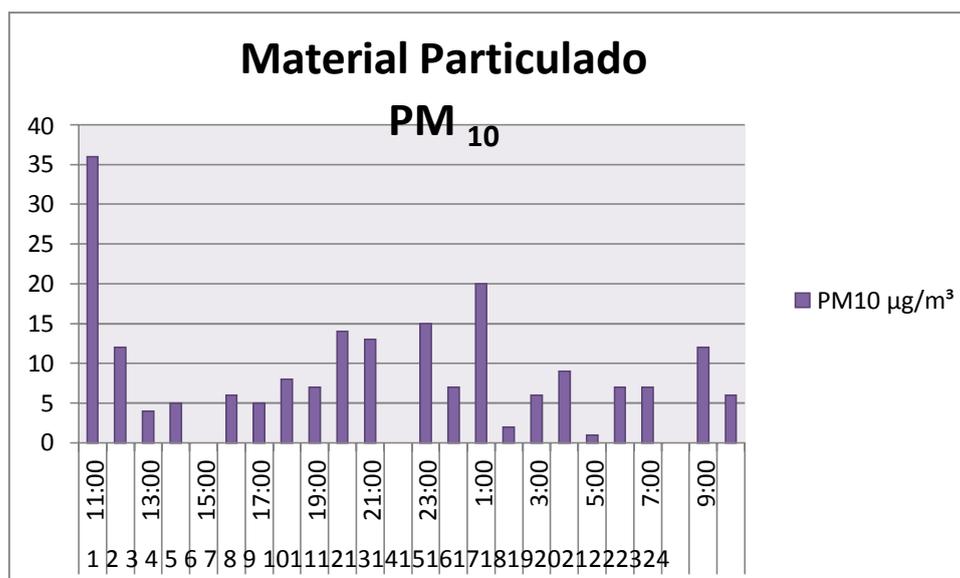
Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

De esta manera se obtuvo el material particulado  $PM_{2.5}$  en el Niagara Latacunga se observa los resultados del punto más alta de  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la mañana 7:00 se observó un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones en las tomas observados en las 24 horas la concentración de este material particulado  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mismo rango de las 20:00 existe material particulado elevado.

### Figura 13

Material Particulado  $PM_{10}$



Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

De esta manera se obtuvo el material particulado  $PM_{10}$  en la Niagara Latacunga en estos puntos tomados tenemos como resultados el punto más alta de  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la mañana 7:00 se observa un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones se observa en las 24 horas la concentración de este material particulado  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mismo rango de las 1:00 existe material particulado elevado.

**Tabla 14**

*Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga-Laguna.*

Nº HORAS	TIEMPO	$PM_{2.5} \mu\text{g}/\text{m}^3$	Nº HORAS	TIEMPO	$PM_{10} \mu\text{g}/\text{m}^3$
1	16:00	11	1	16:00	0
2	17:00	15	2	17:00	9
3	18:00	6	3	18:00	15
4	19:00	17	4	19:00	17
5	20:00	19	5	20:00	11
6	21:00	3	6	21:00	15
7	22:00	11	7	22:00	17
8	23:00	4	8	23:00	9
9	00:00	2	9	00:00	15

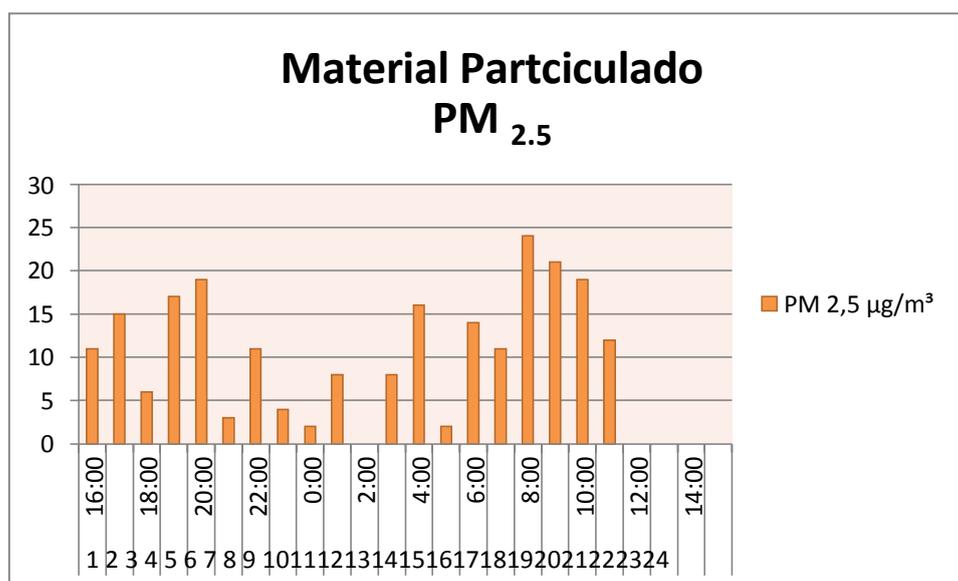
10	1:00	8	10	1:00	20
11	2:00	0	11	2:00	24
12	3:00	8	12	3:00	12
13	4:00	16	13	4:00	14
14	5:00	2	14	5:00	31
15	6:00	14	15	6:00	8
16	7:00	11	16	7:00	6
17	8:00	24	17	8:00	0
18	9:00	21	18	9:00	9
19	10:00	19	19	10:00	6
20	11:00	12	20	11:00	55
21	12:00	0	21	12:00	13
22	13:00	0	22	13:00	5
23	14:00	0	23	14:00	3
24	15:00	0	24	15:00	19
<b>Sumatoria</b>		<b>223</b>		<b>Sumatoria</b>	<b>330</b>
<b>Promedio</b>		<b>9</b>		<b>Promedio</b>	<b>14</b>

Fuente: Jenny Taguada

Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Figura 14

Material Particulado PM<sub>2.5</sub>



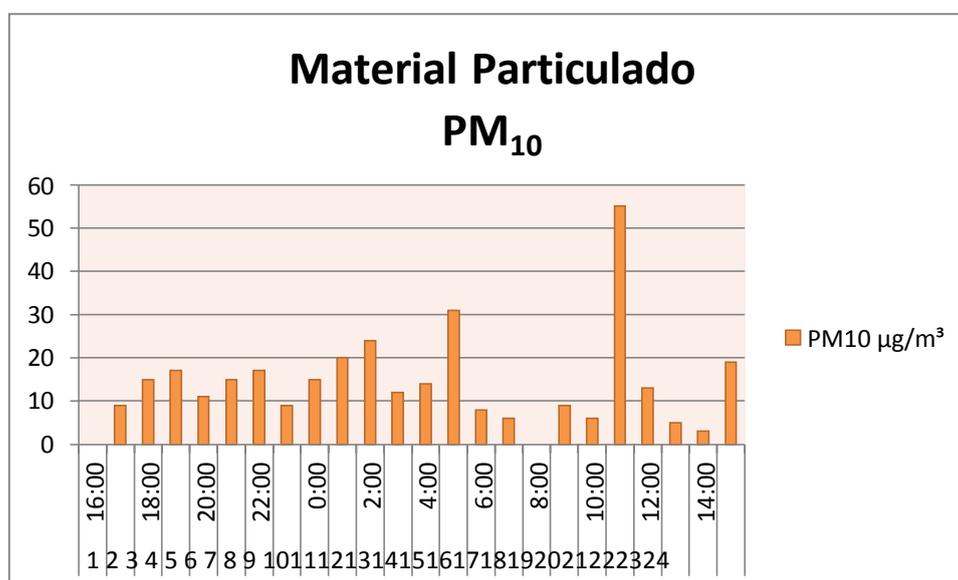
**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

De esta manera se obtuvo el material particulado  $PM_{2.5}$  en La Laguna en el sector de Latacunga se observa límites máximos permisibles de la normativa en esto puntos se obtuvo como resultados el punto alta de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en horas de la mañana 08:00 se observa un incremento debido a la circulación vehicular entre las concentraciones se observa en las 24 horas existen valores con 0 desde las 12:00 horas hasta las 15:00 de tarde donde no existe muestras de material particulado.

### Figura 15

*Material Particulado  $PM_{10}$*



**Elaborado por:** (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

El monitoreo se obtuvo a través material particulado  $PM_{2.5}$  en La Laguna en el sector de Latacunga se obtiene el pico alto a las 20:00 horas con un valor de  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en este hora existe un mayor movilización de tránsito en la mañana a las 8:00 donde registra un valor de 0 donde no existe movilización del tránsito y no produce mayor concentración vehicular.

### Tabla 15

*Datos del monitoreo de calidad del aire material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  Latacunga-Lasso.*

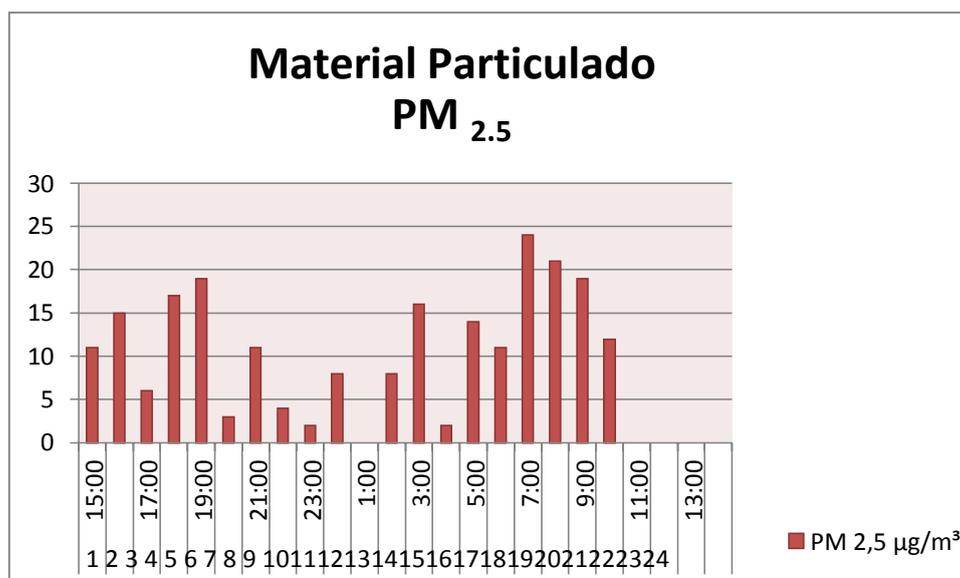
N° HORAS	TIEMPO	<i>PM</i> <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	N° HORAS	TIEMPO	<i>PM</i> <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>
1	15:00	11	1	15:00	41
2	16:00	15	2	16:00	23
3	17:00	6	3	17:00	56
4	18:00	17	4	18:00	26
5	19:00	19	5	19:00	38
6	20:00	3	6	20:00	21
7	21:00	11	7	21:00	18
8	22:00	4	8	22:00	25
9	23:00	2	9	23:00	25
10	00:00	8	10	00:00	0
11	1:00	0	11	1:00	32
12	2:00	8	12	2:00	43
13	3:00	16	13	3:00	15
14	4:00	2	14	4:00	19
15	5:00	14	15	5:00	40
16	6:00	11	16	6:00	25
17	7:00	24	17	7:00	4
18	8:00	21	18	8:00	43
19	9:00	19	19	9:00	0
20	10:00	12	20	10:00	18
21	11:00	0	21	11:00	17
22	12:00	0	22	12:00	0
23	13:00	0	23	13:00	0
24	14:00	0	24	14:00	18
<b>Sumatoria</b>		<b>223</b>	<b>Sumatoria</b>		<b>547</b>
<b>Promedio</b>		<b>9</b>	<b>Promedio</b>		<b>23</b>

Fuente: Jenny Taguada

Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

## Figura 16

*Material Particulado PM<sub>2.5</sub>*



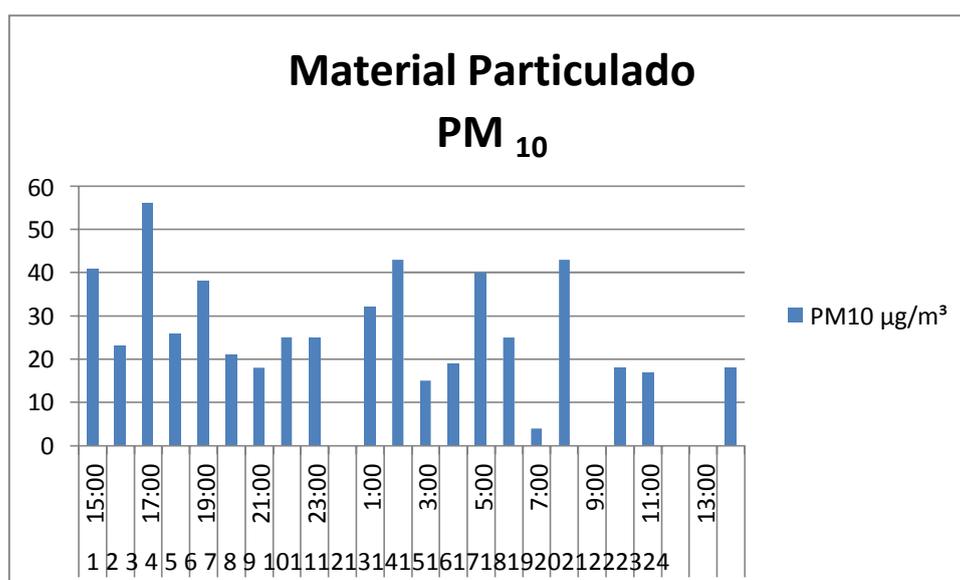
Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

El monitoreo se obtuvo a través material particulado  $PM_{2.5}$  en el sector de Latacunga se obtiene el pico alto a las 07:00 horas con un valor de  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en este hora existe un mayor movilización de tránsito en la mañana a las 11:00 donde registra un valor de 0 donde no existe movilización del tránsito y no produce mayor concentración vehicular.

### Figura 17

Material Particulado  $PM_{10}$



Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020).

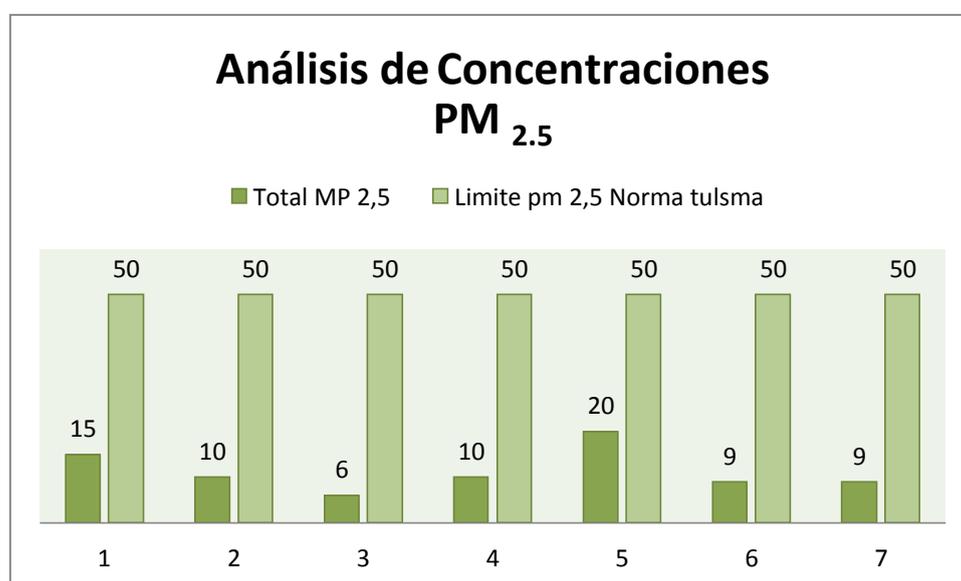
## Interpretación

El monitoreo de material particulado  $PM_{10}$  en Latacunga se obtiene el pico alto a las 17:00 horas con un valor de  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en este hora existe mayor movilización de tránsito entre las 15:00 horas 19:00 horas y 8:00 existe una variación de picos altos con una mayor movilización de vehiculas en la cual se detalla rangos altos de material particulado

## 13. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Figura 18

Comparaciones con la normativa Vigente Acuerdo 097-A. para  $PM_{2,5}$  límites promedios de concentración en 24 horas en 7 puntos diferentes de la ciudad de Latacunga.



Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Tabla 16

Concentración promedio de  $PM_{2,5}$  de los puntos de muestro y límites de la normativa Vigente Acuerdo Ministerial 097-A.

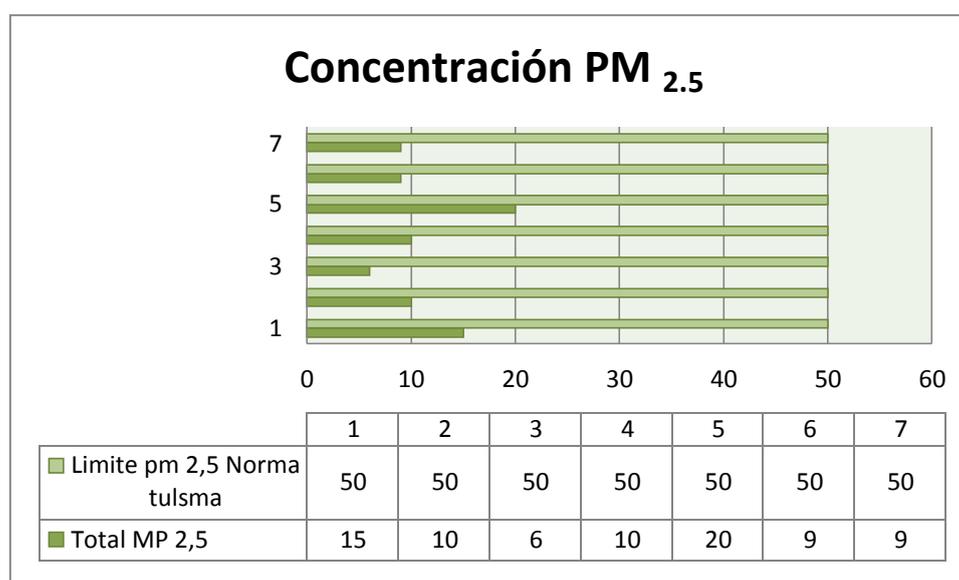
CONCENTRACIONES $PM_{2,5}$	
Sector vía E35 Intercambiador Pujili – Latacunga Punto 1	$15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector vía E35 Intercambiador Pujili – Latacunga Punto 2	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector de Belisario- Quevedo-Latacunga Punto 3	$6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector de Belisario- Quevedo-Latacunga Punto 4	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Sector del Niagara – Latacunga Punto 5	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector de la Laguna – Latacunga Punto 6	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector Lasso –Latacunga punto 7	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limite Permisible PM <sub>2.5</sub> según Normativa TULSMA	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

### Figura 19

Comparaciones con la normativa Vigente Acuerdo 097-A. para PM <sub>2.5</sub> limites promedios de concentración en 24 horas en 7 puntos diferentes de la ciudad de Latacunga.



Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

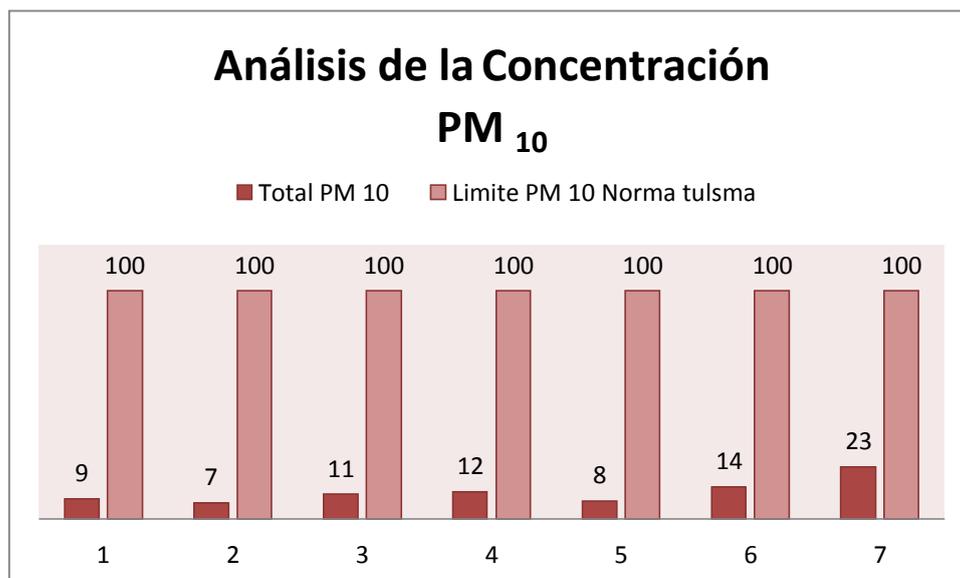
### Interpretación

En el análisis se obtuvo según la normativa 097-A. los datos de concentración de material particulado PM <sub>2.5</sub> no debe sobre pasar los 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las 24 horas, por lo tanto los datos obtenidos en los 7 puntos de muestreo de Latacunga está se sitúa en los límites permisibles ya que su representaciones no sobrepasa la normativa ecuatoriana el punto 1 y 2 se observa la concentración de 15 y 10 microgramos sobre metros cúbicos en el sector de Pujili el punto 3 y 4 se representa por Belisario-Quevedo se obtuvo 6 y 10 microgramos sobre metros cúbicos en el punto 5 en el sector del Niágara se obtuvo material particulado de 20 microgramos sobre metros cúbicos el punto alto que se obtuvo en el punto 6 y 7 se obtuvo 9 microgramos sobre metros cúbicos en la cual las comparaciones con la Normativa Vigente Acuerdo 097-

A. para  $PM_{2,5}$  límites promedios de concentración no debe sobre pasar los 50 microgramos sobre metros cúbicos

### Figura 20

*Análisis de las concentraciones  $PM_{10}$  totales y sus respectivas comparaciones con la normativa Vigente acuerdo 097-a. para  $PM_{10}$  límites promedios de concentración en 24 horas en 7 puntos diferentes de la ciudad de Latacunga*



Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

### Interpretación

De esta manera se lleva acabo el análisis según la normativa el nivel que está permitido es de 100 microgramos sobre metros cúbicos en la cual en el sector de Lasso tenemos una concentración de 23 microgramos sobre metros cúbicos siendo el punto elevado del material particulado  $PM_{10}$  constituyendo al rango permisible.

### Tabla 17

*Concentración promedio de  $PM_{10}$  de los puntos de muestro y Límites de la normativa Vigente Acuerdo Ministerial 097-A.*

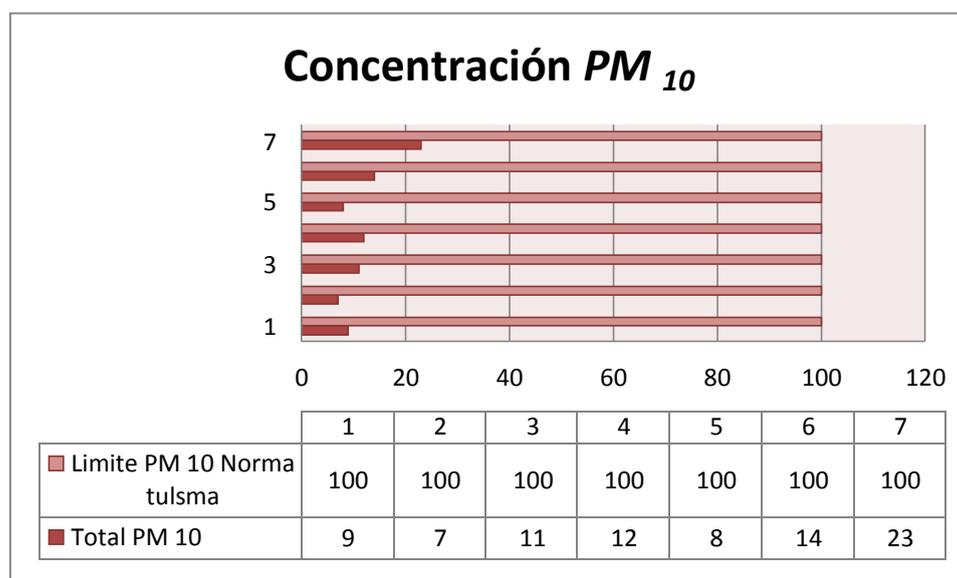
CONCENTRACIONES $PM_{10}$	
Sector vía E35 Intercambiador Pujili – Latacunga Punto 1	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector vía E35 Intercambiador Pujili – Latacunga Punto 2	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sector de Belisario- Quevedo-Latacunga Punto 3	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector de Belisario- Quevedo-Latacunga Punto 4	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector del Niagara – Latacunga Punto 5	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector de la Laguna – Latacunga Punto 6	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sector Lasso –Latacunga punto 7	23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limite Permissible $\text{PM}_{10}$ según NORMA TULSMA	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Elaborado por: Edwin L. Toapanta T. (2020)

### Figura21

*Análisis de las concentraciones  $\text{PM}_{10}$  totales y sus respectivas comparaciones con la normativa Vigente Acuerdo 097-A.para  $\text{PM}_{10}$  limites promedios de concentración en 24 horas en 7 puntos diferentes de la ciudad de Latacunga*



Elaborado por: (Edwin L. Toapanta T. 2020)

### Interpretación

De esta manera se lleva acabo el análisis según la normativa 097-A. los datos de concentración de material particulado  $\text{PM}_{10}$  no deben sobre pasar los 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las 24 horas, por lo tanto los datos que se obtuvo en los 7 puntos de muestreo de Latacunga están en los límites permisibles ya que su representaciones no sobrepasan la normativa ecuatoriana encontrando en el sector de Lasso el punto elevado según lo analizado

## **14. PROTOCOLOS DE MEDICIÓN MEDIANTE EL EQUIPO E-BAM**

Para realizar el protocolo debemos tomar en cuenta la normativa establecida para realizar monitoreo con el equipo E-BAM el protocolo brindara elementos básicos para la calidad del aire análisis, presentación de información recolectada este documento se detallara de la siguiente manera:

El protocolo se Clasifica según el área de contaminación que son: Rural y Urbana

En la zona rural se observa menos concentración de material particulado ya que en zonas rurales no existen aglomeraciones de vehículos o industrias que emanan cantidades de contaminaciones a la atmosfera encontrando al sector rural como un ambiente más limpio.

En la zona Urbana se observa mayor concentración de material particulado ya que en zonas urbanas existes aglomeraciones de vehículos, industrias estas producen concentraciones mayores encontrando como un sector contaminado

En los últimos años se ha observado unas concentraciones mayores de material particulado en la ciudad de Latacunga esto con lleva a tener mayor índice de enfermos y mayor probabilidad de muertes.

En los últimos 5 meses que se estableció normativas en el Ecuador en la cual no se podían circular vehículos y las industrias se vieron forzados a detener las producciones en escalas mayores observado según las informaciones del INAMI la disminución de contaminación al aire se observa la reconstrucción de la capa de ozono esto se debe al actual virus Covid-19, se estableció reglas que paralizaron al mundo entero.

En todos los lugares del mundo se observa cómo se fue restablecido el medio ambiente en donde habitamos.

### **Forma de Utilización del Equipo E-BAM**

Para la utilización del equipo E-BAM se debe tomar en cuenta el lugar del monitoreo es fundamental ya que si se toma las muestras donde no existes desprendimientos de material particulado no se podrá tener datos en el equipo E-BAM.

En este caso toma observar donde existe mayor circulación de vehículos tanto livianos como pesados o cerca de las industrias que emanen contaminantes al Aire hay es el lugar adecuado para su muestreo

Para la toma del muestreo se debe colorar las bandas, filtros, brazo de soporte Cabezal de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  según la muestra del tamaño que se va a monitorear el sensor de temperatura, Caja E-BAM, sed de pernos Allen ,Sistemas de medición Mecanismos de soporte y la bomba de flujo es la cual está constituida el equipo E-BAM.

Para la toma de muestras el equipo debe estar calibrada con cintas de mediciones limpias para tener la observación del material que se a diera a los filtros de esta manera se puede tener mejores resultados de medición garantizando la efectividad del proceso y la calidad de información.

La medición se aplica durante 24 horas este periodo se va registrando hora tras horas según lo indica el manual del equipo E-BAM

Estos datos obtenidos lo analizo y lo calculo utilizando sumatorias básicas en la cual promediamos para las 24 horas lo sumo y esta brinda el resultado total de las muestras ejemplos claros que observamos en los resultados obtenidos de los siete puntos muestreados en la ciudad de Latacunga así se obtuvo las muestras claras del material particulado.

### **Utilidad del equipo E-BAM**

El Equipo E-BAM es un instrumento que sirve para la recolección de muestras de material particulado este equipo ayuda a la mediciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  en la cual con lleva a la determinar las concentraciones existente en el aire que es desprendida por la movilización de vehículos este material particulado es muy perjudicar para la salud ya que a simple vista no podemos observar toda las cantidades que se desprenden el suelo hacia el aire.

El equipo E-BAM ayuda a visualizar cantidades de material particulado que no observar simple vista. El sistema de medición es quien aporta la lectura de datos.

### **La forma de Ubicación del Equipo E-BAM**

La forma de ubicar o instalar con el equipo se establece de la siguiente manera el equipo se lo coloca a unos 2 metros de las vías para poder obtener los resultados que se requiere en ello se

instala el equipo predominando de cómo se encuentre el tiempo la velocidad del viento y demás factores que puedan incidir en la toma de la muestra.

### La forma de comprar resultados obtenidos según el protocolo

El protocolo tiene 3 Fases:

#### 1 La fase de Campo

La fase de campo tendrá su primer acercamiento así el lugar del monitoreo identificando el área de estudio.

#### 2 Fase de Análisis de Laboratorio

Son Procedimientos pre analíticas abarcan todos los procedimientos directos de la muestra.

#### 3. Fase de Gabinete

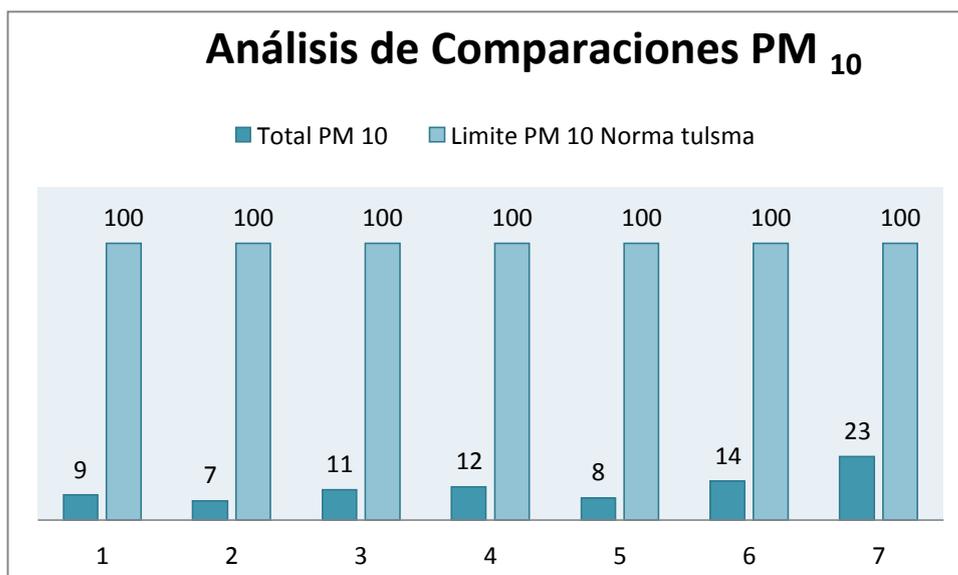
Es la sistematización de datos que se obtendría en el trabajo de campo en cuadros servirán para la base de datos así comparar similitudes y diferencias entre una localidad a otra.

### Análisis comparativo según el protocolo

Se obtuvo datos relevantes del monitoreo en los 7 puntos es

#### Figura 22

*Análisis comparativo según el protocolo*



**Interpretación:** Según los datos que se obtuvo en el punto 1 y 2 que situada a la vía E-35 de Pujili una concentración de  $PM_{10}$  de 9 microgramos y 7 microgramos en el punto 3 y 4 Perteneciente al sector de Belisario-Quevedo con una concentración de  $PM_{10}$  11 microgramos y 12 microgramos en el punto 5 se sitúa el Niágara con 8 microgramos en el sector de La laguna una concentración de 14 microgramos y observando una elevación en el Sector de Lasso de 23 microgramos.

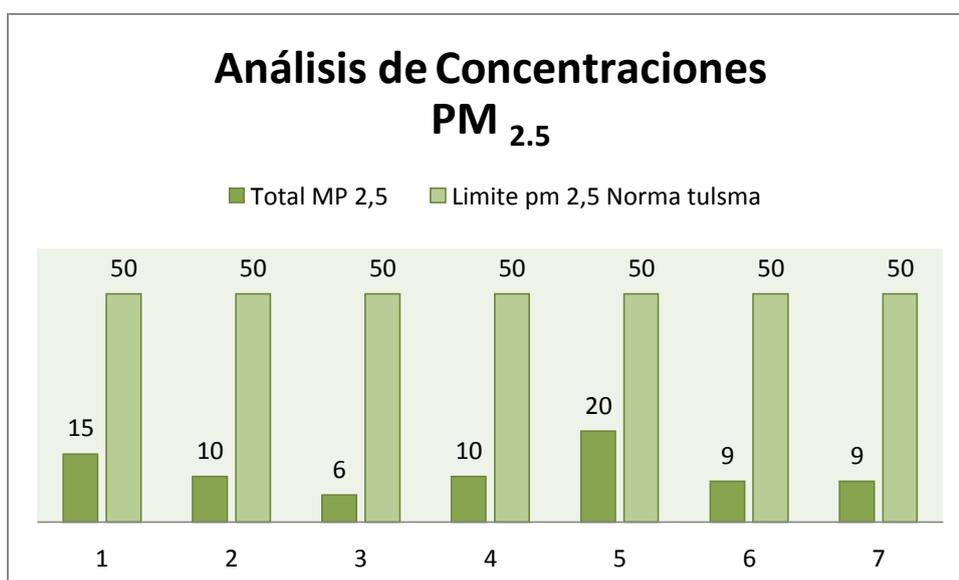
Estos datos son comparados en el rango permisible para material particulado que emite el libro TULSMA Anexo4. Donde describe que para el material particulado el rango permisible es de 100 microgramos.

Así podemos observar que el protocolo mediante el seguimiento de reglas lleva a obtener datos claros y relevantes del lugar del estudio.

#### Análisis comparativo según el protocolo

#### Figura 23

*Se obtuvo datos relevantes del monitoreo en los 7 puntos es*



**Interpretación:** Según los datos que se obtuvo en el punto 1 y 2 que situada a la vía E-35 de Pujili una concentración de  $PM_{2.5}$  de 15 microgramos y 10 microgramos en el punto 3 y 4 Perteneciente al sector de Belisario-Quevedo con una concentración de  $PM_{10}$  6 microgramos y 10 microgramos en el punto 5 se sitúa el Niágara con 20 microgramos en el sector de La laguna una concentración de 9 microgramos y en el Sector de Lasso de 9 microgramos.

Estos datos son comparados en el rango permisible para material particulado que emite el libro TULSMA Anexo4. Donde describe que para el material particulado el rango permisible es de 50 microgramos.

Así podemos observar que el protocolo mediante el seguimiento de reglas lleva a obtener datos claros y relevantes del lugar del estudio.

### **El protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire**

Actualmente la 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 estos es la aplicación obligatoria rige todo el territorio nacional.

La normativa ecuatoriana para realizar los protocolos se estableció las reglas que está sujeta a la constitución a su vez aplicando el Libro VI Anexo 4 este documento detalla normas generales que existen para de contaminantes en el aire.

Para fines de esta norma la Entidad Ambiental de Control podrá solicitar evaluaciones adicionales a los operadores o propietario de fuentes que emitan, o sean susceptibles de emitir olores ofensivos o contaminantes peligrosos del aire o eliminar en la fuente de emisiones de olores de contaminaciones peligrosas del aire.

## **15. PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN POR EL MATERIAL PARTICULADO $PM_{10}$ Y $PM_{2.5}$ EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.**

### **Introducción**

La contaminación ambiental tiene impactos graves para la salud humana especialmente la contaminación al aire por el desprendimiento del material particulado causan daños severos en el sistema respiratorio, estas en casos críticos llegan a causar la muerte del individuo por su tiempo prolongado a la exposición de desprendimientos del material particulado por causa de la circulación vehicular.

A pesar de los años la contaminación será más elevada por las demandas de vehículos y en ciertos casos la incrementación de la humanidad esto no solo engloba en las molestias atreves del aire esto nos con lleva terminar con nuestro planeta como existen muchas más contaminaciones de agua ,suelo, airé y degradación de recursos naturales, el calentamiento Global nos está llevando de la mano aun final inesperado de nuestro querido Medio Ambiente.

En la actualidad la contaminación Ambiental es uno de los temas que tiene mucha relevancia debido a la concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en mayores concentraciones en las zonas urbanas estas afectan a corto o largo plazo a la salud de las personas.

### **Justificación**

La Contaminación del aire produce enfermedades respiratorias que afectan principalmente a los niños, ancianos y al resto de las personas, el tema de la contaminación ambiental producida por el Parque automotor es importante dando preocupación por las existentes aglomeraciones urbanas producen escenas de intenso tráfico que ocasionan problemas de contaminación atmosférica que se debe ser resuelto de una manera comprensible con la ciudadanía.

Los vehículos al tener velocidad hacen desprender el material particulado del suelo en la cual se caracteriza en material particulado 10 micras y 2.5 micras lo cierto de esto es que no existe una concientización por parte de los principales causantes al no darse cuenta del daño que hacen al medo ambiente al no cumplir con una revisión vehicular más exigente y más radares de control para así mantener un control en la situación en el material particulado.

Es así que se entiende la presencia en el ambiente de cualquier agente físico, químico o biológico de una contaminación con diferentes agentes o concentraciones que puedan ser nocivas para la salud o el bienestar de la población que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal o impidieran el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos además es la incorporación de los cuerpos de receptores de sustancias que alteren desfavorablemente.

Las condiciones naturales esto afecta a la salud por el proceso tecnológico por una parte y el crecimiento demográfico por la otra producen la alteración del medio, llegando en algún caso encontrar el equilibrio que tiene la tierra así un ambiente sano con la utilización del instrumento E-BAM podemos obtener un análisis de cuanta contaminación existe en dicho lugar de estudio a su vez una breve observación como está constituido en mismo equipo de trabaja y las bandas que estas monitorean dicho territorio.

Al ser considerado un problema ambiental que afecta a nuestro mundo y surge cuando es producida por diferentes factores de contaminación como resultado de la adición de cualquier sustancia en medio ambiente que causa los efectos para el ser humano puede seguir ciertas manifestaciones de la naturaleza que con lleva los cambios del ambiente y contaminaciones ambientales.

Según la ley ecuatoriana está en la Constitución de la República del Ecuador la misma que se evidencia en el Art.14 y 15 lo define claramente el derecho a un buen vivir o en un ambiente sano. A su vez está la Policía Nacional Atreves de la ley Orgánica de Transporte Terrestre y La Seguridad Vial que tiene el control del sistema de una revisión pertinente de los vehículos.

Es necesario la creación de estatutos y órdenes para una regulación hacia el control ambiental más drástico para poder comprimir los problemas ambientales que tiene actualmente en la cuidad de Latacunga cada día se ve deteriorado nuestro ambiente y por ello se destruye nuestra atmosfera generando graves enfermedades tanto como en niños y personas adultas todos somos perjudicados en forma directa e indirecta.

Si hoy en día no se trata de elaborar o poner en práctica un manual o protocolo del cómo seguir normas y reglas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente ya que los artículos van a su la mano con las leyes del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente.

**Objetivo**

Proponer medidas de control para disminución de concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  a su vez que los niveles de material particulado no suba del nivel Actual.

**Propuesta**

Realizar socializaciones e impartir temáticas sobre el daño que causa el material particulado a las personas que están expuestas a circulación vehicular mediante las aplicaciones Zoom y Meet.

**Lugar de Ejecución:** Plataformas Zoom y Meet.

**Responsables:**

Universidad Técnica de Cotopaxi (Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente).

Autoridades sectoriales

**Tiempo de la ejecución:**

Esta actividad se lo desarrolla durante 5 días.

**Actividad:** Socializar la temática de las causas graves que atrae la contaminación ambiental a la población que las personas se interesen por cuidar el medio Ambiente con las respectivas autoridades pertinentes.

**Contenido:**

- Contaminación del material particulado.
- Puntos estratégicos localizados para el monitoreo de la concentraciones del material particulado de la ciudad de Latacunga.
- Instrumento para las toma de muestras del  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .
- Protocolos de monitoreo Basados en la Normativa EPA-45°/487007, Guías para el monitoreo Ambiental para la Prevención y el Deterioro Ambiental existente.
- Resultados
- Discusión de los resultados obtenidos en la investigación.
- Comparar los resultados con la normativa TULSMA Libro IV anexo 4.

**Resultados Esperados:**

Con la información recopilada se espera brindar una buena información a los ciudadanos la tematización de concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  como esto generan efectos negativos al ambiente y así concientizar a los ciudadanos para que disminuyan la concentraciones del material particulado y así poder contribuir con la disminución de la contaminación del aire una vez brindado los respectivos análisis mediante las plataformas Zoom y Meet tratar de concientizar al mayor número de personas.

**Duración:** 5 días por 2 horas

**Actividad 2**

Capacitar a las personas con temas ambientales y salud observando contenidos de contaminación ambiental.

**Lugar de ejecución:**

Plataformas Zoom y Meet.

**Estrategias**

Realizar una capacitación en general con las personas que se encuentren con el suficiente interés de conservar al medio ambiente dando a conocer los problemas del material particulado y las causas que su cita al Medio Ambiente la circulación de los vehículos y personas que viven cerca de las vías.

**Tareas Propuestas:**

Preparar temáticas sobre la Contaminación del Aire por el material particulado.

Obtener información pertinente de contaminación ambiental para obtener un mejor entendimiento y capacitar de una manera adecuada a las personas que se encuentre virtualmente.

**Responsables Directos**

Universidad Técnica de Cotopaxi.

(Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente)

## Resultados Esperados

Obtener el interés y conciencia ambiental de las personas con la finalidad de reducir la cantidad de contaminantes del material particulado producido por el desprendimiento y circulación vehicular con la perspectiva de mejorar el ambiente y la salud de las personas.

## 16. IMPACTOS

### Social

Mediante los resultados que se obtuvo se analiza previamente a la determinación de material particulado en el área de estudio con la se observa la utilización del equipo E- BAM de manera que no exista impactos negativos en el área que se estudió. Y que la población tenga conocimientos de Calidad del Aire para los posibles impactos futuros.

### Ambiental

El monitoreo aplicado para la utilización del equipo E-BAM por medio del cual se realizó una base de datos del seguimiento previamente realizado este seguimiento se aplica la normativa Vigente en el Acuerdo Ministerial 097.a que determina que se encuentren dentro de los límites permisibles el monitoreo realizado como un control no genero impactos por lo cual se realizó una medida para prevenir posibles impactos por la presencia del material particulado.

## 16. PRESUPUESTOS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO

**Tabla 18**

*Presupuesto para el Proyecto*

<b>Presupuestos para la elaboración del Proyecto</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>V. Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
			<b>\$</b>	<b>\$</b>
	1	Tinta de impresora	60.00	
	1	Libreta de Campo	3.00	
<b>Material y Suministros</b>	4	Papel Filtro	280.00	

	4	Esferos	2.00	503
	2	Resmas de papel bond A4	8.00	
	1	Conectividad a Internet	150	
<b>Equipos</b>	10 días	Alquiler GPS	120	
	300 horas	Compra de PC	500	660
	20 días	Alquiler E-BAN	40	
<b>Gastos Varios</b>	10	Transporte	100	
	20	Alimentación	50	150
<b>TOTAL</b>				1313
<b>IMPROVISTOS</b>				
<b>10%</b>				131.3
<b>TOTAL GENERAL</b>				1444.3

**Elaborado por:** Edwin L. Toapanta T. (2020)

## 19. CONCLUSIONES

### Conclusiones

- Mediante el estudio se identifica los 7 puntos más relevantes donde se recolecta información que existe de material particulado en ello se observa el cumplimiento establecido por la normativa ecuatoriana actual a su vez se observa de una manera minuciosa las cantidades de contaminación que existe con una observación en el sector del Niágara obteniendo 20 microgramos sobre metros cúbicos de contaminación según nos brinda el equipo E-BAM.
- En base a los datos se propone un plan de mitigación y control para ayudar a la disminución de emisiones del material particulado en el área de estudio una manera eficaz de prevenir la contaminación ambiental y la salud de los habitantes que se encuentran al rededor.

- En el monitoreo de  $PM_{10}$  se obtuvo el valor 23 en el sector Lasso encontrándose en los rangos permisibles de la normativa vigente es de 50 microgramos establecidos en Ecuador para el muestro en el material particulado de esta manera se observa el cumplimiento de la normativa vigente para la muestra se hace una referencia en los rangos permisibles del monitoreo de Calidad del Aire.
- Para el protocolo del material particulado se presenta la metodología de obtención de datos, técnicas que se utilizaron mediante las 24 horas esta información permite guiar de una mejor manera a la realización de la actividad a realizar.

## 20. RECOMENDACIONES

- Brindar capacitaciones para los habitantes de Latacunga que adquieran un conocimiento relevante de las causas y enfermedades que produce el material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  debido a la falta de conocimiento de los ciudadanos sobre las enfermedades y daños que deja esta contaminación ambiental.
- Realizar el monitoreo en más lugares que conforman la Ciudad de Latacunga para obtener datos generarles a nivel de toda la ciudad de una manera sumamente más amplia y obtener datos precisos para que los ciudadanos tomen conciencia de la situación que a futuro se podría elevar y vivir en un ambiente contaminado.
- Proporcionar las medidas de mitigación a las autoridades competentes de Latacunga para que puedan compartir con la ciudadanía e informarlos de las contaminaciones entre ellas poder relacionar el medio ambiente sano y un medio ambiente deteriorado.
- Participación de los entes gubernamentales y no gubernamentales para los desarrollos de temáticas en la Calidad del Aire y las causas que pueden atraer las Partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en exposiciones contantes al material particulado.
- Establecer comparaciones de niveles de concentraciones de material particulado según la normativa ecuatoriana siguiendo normas y reglas del protocolo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Mendoza, C. I., & Padilla Almeida, O. (2019). *Estimación de la contaminación del aire por PM10 en Quito a través de índices ambientales con imágenes LANDSAT ETM+*. Quito: Revista Cartográfica, (92), 135-147.
- Carmen Orozco, A. P. (2003). *Contaminación Ambiental. Una visión desde la química. En A. P. Orozco, & Thomson (Ed)*. Madrid, España: Paraninfo.
- Carnicer. (2008). *Contaminación Ambiental*.
- Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R. (2010). *Composición química y reconstrucción másica del material particulado suspendido en el aire de Bogotá. Ingeniería e Investigación*. 30(2), 105-115.
- Centro de Investigación de ingeniería Ambiental Vargas.F. A., & R. (2010). *Composición química y reconstrucción másica del material particulado suspendido en el aire de Bogotá. Ingeniería e Investigación*. Bogotá: 30(2), 105-115.
- Contreras Vigil, A. M., García Santiago, G., & Icaza Hernández, B. (2013). *Calidad del aire: una práctica de vida Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México D.F.
- Delgado, M. N. (2011). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. España: Ediciones Paraninfo S.A.
- Garrido, J. (2000). *Evaluación de riesgos en impacto ambiental. Escuela de postgrado*. Obtenido de Ecu Red:  
[https://www.ecured.cu/Contaminantes\\_antropog%C3%A9nicos](https://www.ecured.cu/Contaminantes_antropog%C3%A9nicos)
- Garrido, M. (2013). *CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA*. Obtenido de CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.:  
<http://contaminacionambiental.net/contaminacion-antropogenica/>
- INAMHI. (2014). *ANUARIO CLIMATOLOGICO* Obtenido de <https://www.esepoch.edu.ec/index.php/component/k2/item/650.htm>. Latacunga.
- Javier, F. (2016). *Afetación al Medio Ambiente. Ingeniería Investigación y Desarrollo*. España.: I2+ D, 16(2), 43-54.
- Katz, M. (2011). *Guía didáctica - El Aire*. Buenos Aires: Retrieved from.
- Linares.C., & D. (2009). *Efecto de las partículas de diámetro inferior a 2, 5 micras (PM2, 5) en Madrid. Gaceta sanitaria*. Madrid: 23(3), 192-197.
- MAE. (2012). *Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente*. Ecuador.
- María Nieves Gonzalez Delgado, C. O. (2011). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. España: Ediciones Paraninfo S.A.

- Ministerio de agricultura. (2013). *Calidad del Aire*.
- Ministerio de Ambiente, V. (2010). *Proceso químico de formación de partículas y seguimiento de la calidad del aire*. Bogota.
- Morales Gordon, J. L. (2016). *Control para la navegación pre-programada de trayectorias de un vehículo aéreo no tripulado aplicado a la supervisión y transmisión en línea de la calidad del aire*.
- Muñoz AM, Paz JJ, Quiroz CM. (2011). *Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición*. Revista Facultad Nacional de Salud Pública.
- Norma de Calidad de Aire. (2015). *Calidad de Aire* .
- Organización Mundial de La Salud (OMS) . (2018). *Contaminación del aire por material particulado*.
- Oyarzún, M. ( 2010). *Contaminación aérea y sus efectos en la salud*. Revista chilena de enfermedades respiratorias. 26(1), 16-25.
- Paz, A. M. (2016). Efectos de la Contaminación Admosferica sobre la salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición. 170.
- Pellini.C. (2014). *Geografía del Mundo: La atmósfera terrestre* . Buenos Aires.
- Recursos Naturales Secretaría de Estado de Medio Ambiente. (2010). *Contaminacion por material particulado pm 10 y pm2,5*.
- Salinas, P. A. . (2012). *Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencia por morbilidad respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valdivia, período mayo-julio*. Valdivia.
- Sánches.María. (2010). *Estimación de las Emisiones de PM10 y PM2.5 por Resuspensión Eólica en Ecuador dTesis (Ing. Ambiental)*. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería. Quito.
- Sbarato, D. S. . (2016). *Contaminación del aire. Córdoba*. Obtenido de ProQuest ebrary. Contaminación del aire. Córdoba. Obtenido de ProQuest ebrary: Editorial Brujas.
- TULSMA, M. d. (2015). Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas. Ecuador. *Libro VI TULSMA Anexo III*.

# ANEXOS

## Anexos

### 1.- ANEXO HOJA DE VIDA DEL DOCENTE TUTOR

#### 1.- Datos Personales

**Nombres:** Oscar Rene

**Apellidos:** Daza Guerra

**Cédula de Identidad:** 0400689790

**Dirección Domiciliaria:** Calle Alejandro Villamar 2- 17 y Maldonado (Ibarra)

**Números Telefónicos:** (06) 2 644 – 247 - 095058997

**E-Mail:** [Oscaryrene@yahoo.es](mailto:Oscaryrene@yahoo.es)



#### 2.- EDUCACIÓN FORMAL

<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	Diplomado en DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR	2009-2010
<b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	MASTER “EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN”	31 DE ENERO 2007
<b>CONESUP</b>	Certificado de registro de cuarto nivel	Noviembre 2007
<b>U. Técnica del Norte</b>	Ingeniero Forestal	03-05-98

#### 3.- EXPERIENCIA DE TRABAJO

<b>CARGO</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>FECHA</b>
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

## 2.-Anexo Hoja de vida del Estudiante

### CURRÍCULUM VITAE



#### 1.- DATOS PERSONALES

<b>Nombres:</b>	Edwin Lizandro
<b>Apellidos:</b>	Toapanta Toapanta
<b>Cédula de Identidad:</b>	1804867446
<b>Sexo:</b>	Masculino
<b>Estado Civil:</b>	Soltero
<b>Fecha de Nacimiento:</b>	01 julio de 1996
<b>Edad:</b>	22 años
<b>Tipo de Sangre</b>	ORh Positivo
<b>Nacionalidad:</b>	Ecuatoriano
<b>Licencia de conducir:</b>	Tipo "B"
<b>Lugar de Residencia:</b>	Latacunga
<b>Teléfono:</b>	0995135805
<b>E-mail:</b>	edwinlizandro1996@gmail.com

#### 2.-EXPERIENCIA LABORAL:

**Nevado Ecuador s.a**

Empacador

**TIEMPO LABORAL (1 AÑO)**

**Pretty Roses**

Empacador

**TIEMPO LABORAL (6 MESES)**

**SALON Y RECEPCIONES QUINTA VICTORIA**

Mesero

**TIEMPO LABORAL (6 MESES)**

**3.-FORMACION ACADEMICA:**

Primaria:

**Augusto Nicolás Martínez****(COMPLETA)**

Secundaria:

**Instituto Tecnológico Superior Tirso de Molina****(COMPLETA)**

Superior:

**Universidad Técnica de Cotopaxi**

Carrera:

**Ing. Medio Ambiente****(COMPLETA)****OTROS CURSOS Y SEMINARIOS**

- 2013 Curso de animación y de locución.
- 2014 Curso de conducción Licencia Tipo B
- 2018 seminario internacional en fiscalización , seguimiento y control ambiental

**INFORMATICA**

Conocimientos medios a nivel usuario:

Windows

Procesadores de texto: Word Perfect, Microsoft Word,

Hojas de cálculo: Excel

**REFERENCIAS PERSONALES:**

Pretty Roses

Teléfono: 0979426779 Administrador









## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECURIAS Y RECURSOS NATURALES, TOAPANTA TOAPANTA EDWIN LIZANDRO**, cuyo título versa **"IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE MONITOREO PARA EL MANEJO (E-BAM) EN MATERIAL PARTICULADO  $PM_{10}$  Y  $PM_{2.5}$  EN LA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI, 2020"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,

**Lic. Mg. Mayra Clemencia Noroña Heredia**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0501955470**



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

