



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA PRODUCTORA DE  
BRÓCOLI, (*BRASSICA OLERACEA*), DEL SECTOR SUR-OESTE DE LA  
PARROQUIA GUAYTACAMA CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE  
COTOPAXI, EN EL PERIODO 2020”**

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

**Autor:**

Gabriela Karina Llano Tutillo

**Tutor:**

Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete

Latacunga – Ecuador

Febrero - 2020

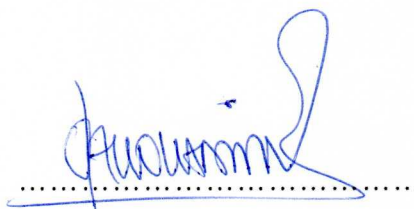
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **LLANO TUTILLO GABRIELA KARINA**, con C.C. 050369771-6, declaró ser autora del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA PRODUCTORA DE BRÓCOLI, (BRASSICA OLERACEA), DEL SECTOR SUR-OESTE DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL PERIODO 2020”**, siendo el **Ing.Mg Wilman Paolo Chasi Vizuete**, 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.



.....  
Gabriela Karina Llano Tutillo  
CI.: 050240972-5



.....  
Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete  
CI: 050369771-6

## **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 **Gabriela Karina Llano Tutillo**, identificado con **C.C. 050369771-6**, de estado civil **soltera** y con domicilio en San Juan de Pastocalle, cantón Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** – **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Evaluación de la calidad del aire en la zona productora de brócoli, (Brassica oleracea), del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama cantón 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: octubre 2014

Fecha de finalización: febrero 2020

Aprobación CD: 15 de noviembre del 2019

Tutor. – Ing. Wilman Paolo Chasi Vizquete

**Tema: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA PRODUCTORA DE BRÓCOLI, (BRASSICA OLERACEA), DEL SECTOR SUR-OESTE DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL PERIODO 2020”.**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **EL CESIONARIO** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como

requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** 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. - EL CESIONARIO** 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 14 días del mes de febrero del 2020.



.....  
Gabriela Karina Llano Tutillo

**EL CEDENTE**

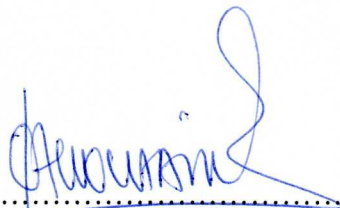
.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

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

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“Evaluación de la calidad del aire en la zona productora de brócoli, (Brassica oleracea), del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en el periodo 2020”**, de Gabriela Karina Llano Tutillo, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 07 febrero de 2020



.....  
**ING. WILMAN PAOLO CHASI VIZUETE**  
**C.I.: 050240972-5**

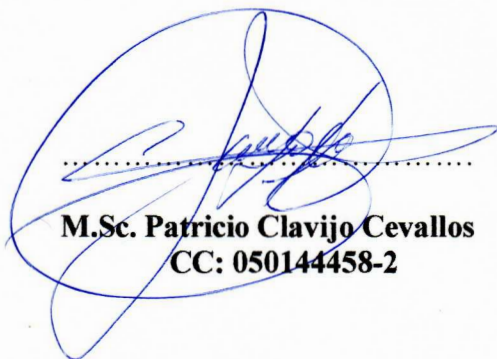
## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: **Llano Tutillo Gabriela Karina** con C.I 050369771-6, con el título del Proyecto de Investigación: **“Evaluación de la calidad del aire en la zona productora de brócoli, (Brassica oleracea), del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en el periodo 2020”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

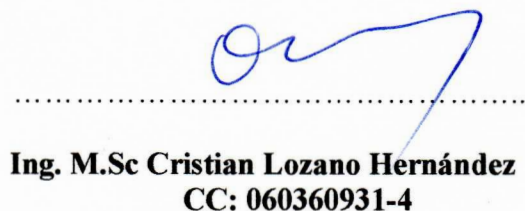
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 07 febrero 2020.

Para constancia firman:



.....  
**M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos**  
CC: 050144458-2



.....  
**Ing. M.Sc Cristian Lozano Hernández**  
CC: 060360931-4



.....  
**Ing. José Luis Agreda Oña**  
CC: 040133210-1

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud y vida, fortaleza y sabiduría que me ha protegido de todo peligro y ha iluminado mis pasos para cumplir esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi querida “Universidad Técnica de Cotopaxi”, por abrirme sus puertas; así también a los docentes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, por haber compartido sus conocimientos, especialmente a mi tutor de proyecto de investigación el Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, por brindarme su tiempo y su conocimiento para la culminación de la presente investigación.

Gabriela Llano



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, Rodrigo Llano y María Tutillo, por a poyarme en cada momento de mi vida, enseñándome el valor del esfuerzo para cumplir con mis metas.

A mi hermanita que en paz descanse, yo sé que donde tu encuentras me cuidas y me proteges, dándome fuerzas y valor para salir en adelante a pesar de las dificultades que se presentan.

A mis hermanos: Fausto, Mayra, Doris, Jhony, Stalin, Alex, José Luis; gracias por su apoyo y su confianza que han puesto en mí para culminar con una meta más en mi vida como profesional.

Gabriela Llano

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “Evaluación de la calidad del aire en la zona productora de brócoli, (*Brassica oleracea*), del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en el periodo 2020”.

**Autor:** Gabriela Karina Llano Tutillo

### RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar la calidad del aire en la área productora de brócoli (*Brassica oleracea*), ubicado al sur-oeste de la parroquia Guaytacama cantón Latacunga; la investigación consistió en georreferenciar dos puntos estratégicos para el monitoreo de los parámetros de calidad de aire como: (material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , Monóxido de carbono CO, Dióxido de Nitrógeno  $NO_2$ , Dióxido de Azufre  $SO_2$ , Ozono  $O_3$ , que provocan a largo plazo daños irremediables al ecosistema; las mediciones se realizó con equipos especializados en campo como el E-BAM y el analizador de gases THERMO SCIENTIFIC, una vez obtenido los análisis de los contaminantes emitidos por el laboratorio “AFH SERVICES CIA LTDA. MEDIO AMBIENTE”, se procedió a comparar con la normativa vigente TULSMA Libro VI Anexo 4, el monitoreo se realizó en el transcurso de dos días.

Los resultados obtenidos de los parámetros de calidad de aire son, en este caso correspondiente a Material Particulado  $PM_{10}$  se obtuvo un valor de  $35 \mu g/m^3$  y  $15 \mu g/m^3$ , en la normativa establece un límite máximo permisible de  $100 \mu g/m^3$ ; en lo que respecta al  $PM_{2.5}$  las mediciones son  $16 \mu g/m^3$  y  $14 \mu g/m^3$ , en comparación a  $50 \mu g/m^3$ ; sobre el monóxido de carbono (CO) los valores son  $1304 \mu g/m^3$  y  $878 \mu g/m^3$ , misma que está bajo lo establecido que es  $10000 \mu g/m^3$ ; en referencia a dióxido de azufre ( $SO_2$ ) se obtuvo  $26 \mu g/m^3$  y  $26 \mu g/m^3$ , a diferencia de  $125 \mu g/m^3$ ; sobre el dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) las medidas fueron  $19 \mu g/m^3$  y  $19 \mu g/m^3$ , manteniéndose dentro del límite permitido de  $200 \mu g/m^3$  y por último el ozono ( $O_3$ ) dando los siguientes resultados  $34 \mu g/m^3$  y  $46 \mu g/m^3$ , encontrándose bajo el límite establecido en la normativa  $100 \mu g/m^3$ , concluyendo de esta manera que el sector de estudio se encuentra bajo los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente.

#### Palabras claves

*Brassica oleracea*, Ecosistema, E-BAM, Material Particulado, THERMO SCIENTIFIC, TULSMA

# COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** "Evaluation of the air quality in the broccoli producing zone, (*Brassica oleracea*), of the western sector of the Guaytacama canton Latacunga parish, Cotopaxi province, in the period 2020".

**Autor:** Gabriela Karina Llano Tutillo

### ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the air quality in broccoli producing area (*Brassica oleracea*), located at south-west of Guaytacama parish, Latacunga canton; The research consisted on georeferencing two strategic points to monitor air quality parameters such as: (particulate material  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , Carbon monoxide CO, Nitrogen dioxide  $NO_2$ , Sulfur dioxide  $SO_2$ , Ozone  $O_3$ , which causes irremediable damage to the ecosystem in long term, the measurements were made by specialized equipment in the field such as E-BAM and THERMO SCIENTIFIC gas analyzer, after to obtain the analysis of the pollutants emitted by the laboratory "AFH SERVICES CIA LTDA. ENVIRONMENT", it is proceeded to compare with current regulations TULSMA Book VI Annex 4, the monitoring was carried out within two days.

The results obtained from the air quality parameters are, in this case corresponding to Particulate Material  $PM_{10}$  a value of  $35 \mu g/m^3$  and  $15 \mu g/m^3$ , was obtained, the regulation establishes a maximum permissible limit of  $100 \mu g/m^3$ ; as regards  $PM_{2.5}$ , the measurements are  $16 \mu g/m^3$  and  $14 \mu g/m^3$ , compared to  $50 \mu g/m^3$ ; on carbon monoxide (CO) the values are  $1304 \mu g/m^3$  and  $878 \mu g/m^3$ , which is under what is established to be  $10000 \mu g/m^3$ ; in reference to sulfur dioxide ( $SO_2$ ),  $26 \mu g/m^3$  and  $26 \mu g/m^3$  were obtained, unlike  $125 \mu g/m^3$ ; on nitrogen dioxide ( $NO_2$ ) the measures were  $19 \mu g/m^3$  and  $19 \mu g/m^3$ , taying within the allowed limit of  $200 \mu g/m^3$  and finally ozone ( $O_3$ ), giving the following results  $34 \mu g/m^3$  and  $46 \mu g/m^3$ , being under the established limit in the regulations  $100 \mu g/m^3$ , concluding in this way that the study sector is under maximum permissible limits established by current regulations.

### Keywords

*Brassica oleracea*, Ecosystem, E-BAM, Particulate Material, THERMO SCIENTIFIC, TULSMA

## ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
6. OBJETIVOS:.....	4
6.1. Objetivo General:.....	4
6.2. Objetivos Específicos: .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. El aire.....	6
8.1.1. Gases permanentes .....	6
8.1.2. Gases variables.....	6
8.2. La atmósfera.....	7
8.3. Estructura de atmósfera.....	7
8.4. Calidad de aire .....	9
8.5. Intervención del medio ambiente exterior .....	9
8.6. Contaminación del aire .....	10
8.6.1. Contaminantes primarios. Características y efectos .....	11
• Monóxido de carbono (CO) .....	11
• Óxidos de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	12
• Óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	12
• Material particulado .....	12

8.6.2.	Contaminantes secundarios. Características y efectos .....	14
•	Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	14
8.7.	Contaminación ambiental por la producción agrícola de brócoli. ....	14
8.7.1	La nutrición de las plantas .....	15
8.7.2	Nutrientes principales .....	15
8.7.3	Nutrientes secundarios.....	15
8.7.4	Afectación a la salud.....	15
8.7.5	Descripción del E-BAM .....	16
8.7.6	Equipo de monitoreo de gases .....	17
8.8.	MARCO LEGAL.....	18
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS .....	22
10	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS) .....	23
10.1.	Metodología de investigación .....	23
10.1.1.	Método inductivo.....	23
10.2.	Técnicas de Investigación.....	24
10.2.1.	Análisis de información.....	24
•	Coordenadas.....	24
•	Libreta de campo.....	24
•	GPS MAP 64 S .....	24
•	Equipo: Mediciones de Material Particulado.....	25
•	Equipo de medición de gases (CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ) .....	25
10.4.	Procedimiento para la medición de calidad de aire .....	26
	Armado del equipo del E-BAM.....	26
	Sistema eléctrico.....	27
	Operación de Encendido del equipo E-BAM.....	27

Selección del Sitio de Muestreo .....	27
Espaciamiento desde Obstrucciones.....	28
Espaciamiento desde Carreteras/Caminos.....	28
Determinación de muestreo de material particulado PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> .....	28
Determinación de gases (CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ) .....	29
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	30
Material particulado PM <sub>10</sub> .....	30
Material Particulado de PM <sub>2.5</sub> .....	31
Monóxido de carbono.....	32
Dióxido de azufre .....	33
Dióxido de nitrógeno .....	34
Ozono.....	35
12. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICOS.....	36
AMBIENTALES .....	36
SOCIAL.....	36
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:.....	37
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES .....	38
15. BIBLIOGRAFÍA:.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Composición de aire seco .....	7
<b>Figura 2.</b> Variación con la altitud atmosférica de la presión, temperatura .....	8
<b>Figura 3.</b> Comparación de tamaño de las partículas de PM .....	13
<b>Figura 4.</b> Equipo E-BAM .....	16
<b>Figura 5.</b> Equipo Thermo scientific.....	17
<b>Figura 6.</b> Mapa Geográfico del lugar de estudio de la parroquia Guaytacama .....	23
<b>Figura 7.</b> Equipo GPS MAP64s.....	25
<b>Figura 8.</b> E-BAM Mass Monitor Met One Instruments .....	25
<b>Figura 9.</b> Equipo THERMO SCIENTIFIC.....	26
<b>Figura 10.</b> Procedimiento para la medición de calidad de aire.....	27
<b>Figura 11.</b> Determinación de material particulado de PM <sub>10</sub> ,PM <sub>2.5</sub> .....	29
<b>Figura 12.</b> Análisis de resultados de material particulado PM <sub>10</sub> .....	30
<b>Figura 13.</b> Análisis de resultados de material particulado PM <sub>2.5</sub> .....	31
<b>Figura 14.</b> Análisis de resultados de monóxido de carbono (CO).....	32
<b>Figura 15.</b> Análisis de resultados de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	33
<b>Figura 16.</b> Análisis de resultados de dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	34
<b>Figura 17.</b> Análisis de resultados del ozono (O <sub>3</sub> ).....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Beneficiarios del Proyecto.....	3
<b>Tabla 2.</b> Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
<b>Tabla 3.</b> Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire .....	21
<b>Tabla 4.</b> Georreferenciación de puntos de monitoreo.....	24
<b>Tabla 5.</b> Datos de Resultados de medición de material particulado PM <sub>10</sub> .....	30
<b>Tabla 6.</b> Resultados de medición de material particulado PM <sub>2.5</sub> .....	31
<b>Tabla 7.</b> Datos de resultados de Monóxido de carbono (CO).....	32
<b>Tabla 8.</b> Datos de medición de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	33
<b>Tabla 9.</b> Datos de medición de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ).....	34
<b>Tabla 10.</b> Datos de medición de ozono (O <sub>3</sub> ).....	35



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Evaluación de la calidad del aire en la zona productora de brócoli, (Brassica oleracea), del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en el periodo 2020”.

**Fecha de inicio:** octubre 2019

**Fecha de finalización:** febrero 2020

### **Lugar de ejecución:**

Parroquia Guaytacama; Cantón Latacunga; Provincia Cotopaxi; Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Ingeniería en Medio Ambiente

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

Determinación de los contaminantes producto de la combustión en fuentes fijas y móviles en la provincia de Cotopaxi.

### **Equipo de Trabajo:**

Tutor de Titulación: Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete

Estudiante: Gabriela Karina Llano Tutillo

### **Área de Conocimiento:**

Servicios. Protección Ambiental

### **Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

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

**Línea de investigación:** Servicio Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Naturales.

## 2. INTRODUCCIÓN

La presente investigación consistió en evaluar el estado actual del recurso aire, en las zonas de producción brocolera del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama del cantón Latacunga, ya que es uno de los problemas ambientales más persistentes en la actualidad, pues presenta un papel muy importante en la contaminación ambiental, la salud e integridad de los seres vivos, debido a los contaminantes que arrojan al aire libre como son:  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , Monóxido de carbono CO, Dióxido de Nitrógeno  $NO_2$ , Dióxido de Azufre  $SO_2$ , Ozono  $O_3$ , lo cual presenta también afectaciones a la población de la parroquia Guaytacama, primordialmente al sistema respiratorio de las personas aledañas al lugar de estudio.

La contaminación del aire es uno de los problemas más comunes que afectan a los países desarrollados y del mundo en general, por el uso de tecnologías que emplean las empresas para cumplir las actividades de producción que realizan, de esa manera afectan al entorno natural y a la salud de los moradores del sector e incluso a los trabajadores propios de la actividad productiva, por lo tanto, se realizó esta investigación y se verificó el estado actual de la calidad de aire, teniendo en cuenta los principales contaminantes, mismos que fueron medidos con instrumentos y equipos especializados en campo, obteniendo las concentraciones de contaminantes y posteriormente se compara con la normativa vigente en este caso TULSMA Libro VI Anexo 4.

## 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el presente trabajo se realizó la evaluación de la calidad del aire en el sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, siendo el aire uno de los recursos naturales no renovables, misma que es importante para la biodiversidad, por lo cual debemos conservar y mitigar las diferentes afectaciones que aquejan al medio ambiente, por ello se consideró y se realizó este proyecto de investigación para establecer las condiciones actuales que se encuentra el recurso aire, debido a las actividades que influyen en la producción de brócoli.

En la actualidad la mayoría de productores agrícolas no cumplen con las leyes, normas, acciones, límites permisibles, etc., que intervienen en el proceso de producción de cultivos por el desconocimiento, el uso inadecuado de los químicos, el monocultivo, entre otros; los mismos que afecta directamente al recurso aire.

Mediante la información de la población, indican que por las diferentes actividades que realizan la producción de monocultivos de brócoli están causando molestias a los habitantes por la presencia de malos olores en el transcurso de la mañana, horario en el que se presencia una mayor contaminación provocando afectaciones a las vías respiratorias.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1.**Beneficiarios del Proyecto

<b>Directos</b>	<b>Indirectos</b>
<b>Parroquia Guaytacama</b>	<b>Cantón Latacunga</b>
Hombre: 5.439	Hombre: 82.301
Mujeres: 5.423	Mujeres: 88.188
Total: 10.862	Total: 170.489

**Fuente:** (INEC-, 2010)

**Elaborado por:** Gabriela Llano.

#### 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Ecuador es el sexto exportador de brócoli a nivel mundial, ya que vende en 47 países, siendo su principal comprador Estados Unidos (que representa el 32% de nuestras exportaciones en términos de volumen y el 29% en términos de FOB), seguido por Japón, Países de la Unión Europea como Alemania, Holanda, Suecia, Reino Unido y Finlandia, son importantes consumidores de brócoli ecuatoriano.

Indica que las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli están caracterizadas por ser bosques secos y zonas húmedas, con clima templado y frío, con alturas entre los 2,700 y 3,200 msnm, por lo que la región andina se convierte en la ideal para este cultivo; Cotopaxi es la principal provincia productora del país con el 68% de la producción total, donde dice que las grandes haciendas ganaderas se transformaron en productoras de brócoli. Las parroquias con más producción son Guaytacama y La Matriz.

El monocultivo de brócoli ha producido graves impactos ambientales, sociales y culturales en las zonas de influencia de su expansión, ya que el aire también ha cambiado sus características físicas y/o químicas naturales debido a la contaminación causada por las emisiones producidas por la actividad brocolera, el transporte, mal uso de desechos sólidos, incendios forestales, uso de plaguicidas y fertilizantes, incineración de desechos, etc.

Una atmósfera contaminada repercute negativamente en la salud pública. En una resolución de la OMS se señala que 4.3 millones de muertes ocurren cada año por exposición a contaminación del aire dentro del hogar, mientras que 3.7 millones de muertes se debe a contaminación atmosférica en espacios exteriores. La contaminación del aire afecta de manera especial a menores de 5 años, adultos entre 50 y 75 años, y a personas en situación de pobreza, siendo un factor de riesgo para enfermedades tales como cardiopatía isquémica, accidentes cerebrovasculares y neumonía, entre otros. Además de la salud, la contaminación del aire repercute en el clima, la biodiversidad y la seguridad alimentaria.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1. Objetivo General:**

Evaluar la calidad del aire en las zonas productoras de brócoli (*Brassica oleracea*) en el sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama del cantón Latacunga.

### **6.2. Objetivos Específicos:**

- Georreferenciar el área de estudio, para realizar el respectivo monitoreo de calidad del aire.
- Monitorear los parámetros de calidad del aire ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>), en el sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, para determinar las condiciones atmosféricas actuales.
- Interpretar los resultados obtenidos, con la normativa ambiental vigente.

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

Tabla 2. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Georreferenciar el área de estudio, para realizar el respectivo monitoreo de calidad de aire.	Delimitación del área de investigación.  Toma de puntos con el sistema de posicionamiento global (GPS).	Registro de información.  Coordenadas geográficas del área de investigación.	Mapa georreferenciado del área de estudio <b>Instrumentos:</b> GPS Computadora Cámara fotográfica.
Monitorear los parámetros de calidad del aire (PM10, PM2.5, CO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> ), en el sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, para determinar las condiciones atmosféricas actuales.	Instalación de la estación de monitoreo.  Calibración de los equipos, de la cual se procede la lectura de los contaminantes.  Medición de parámetros en estudio por la estación.	Base de datos de parámetros analizados.	Informe del análisis de datos obtenidos del muestreo.
Interpretar los resultados obtenidos, con la normativa ambiental vigente.	Escoger las normativas adecuadas de calidad de aire en el Ecuador.  Comparación de parámetros obtenidos con la normativa ambiental vigente.	Base de datos obtenidos del análisis de los parámetros y comparación con las normativas ambientales vigente.	TULSMA Libro VI Anexo 4.

Elaborado por: Gabriela Llano

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1.El aire

El aire es una mezcla de gases visibles como es debido, a que los vehículos en su gran mayoría funcionan con gasolina o diésel. Los principales problemas atmosféricos a los que se enfrenta son: niveles elevados de  $CO_2$ ,  $NO_2$ , partículas en suspensión, ozono troposférico. Dióxido de carbono es un gas incoloro y no inflamable. Químicamente está formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno. Es un importante gas de efecto invernadero, el cual ayuda a atrapar el calor en la atmósfera. Ha estado presente siempre en la naturaleza y es imprescindible para su equilibrio, el cual se consigue a través del ciclo del carbono. (Moreno, 2010)

Este ciclo comprende en principio, un ciclo biológico donde se producen intercambios de dióxido de carbono entre los seres vivos y la atmósfera. La retención del carbono se lleva a cabo a través de la fotosíntesis de las plantas y la emisión a la atmósfera a través de la respiración. En segundo lugar, está un ciclo biogeoquímico más extenso que el biológico y que regula la transferencia entre la atmósfera, océanos y suelo. (Moreno, 2010)

El aire es esencial para la vida, y no solo porque permite respirar a los organismos vivos, sino también porque su influencia en la Tierra hace que esta sea habitable. Se dice de la atmósfera que constituye el principal mecanismo de defensa de todas las formas de vida. La alteración de la composición de la atmósfera por causas antropogénicas o naturales modifica por lo tanto la calidad del aire (con sus repercusiones sobre los ecosistemas y la salud humana), a la vez que puede causar cambios en el clima por su influencia en el balance radiactivo terrestre. (Xavier Querol, 2012)

#### 8.1.1. Gases permanentes

Los gases permanentes se encuentran más frecuentemente son  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $N_2$ , asociados a la producción de gas crudo y  $N_2$ ,  $H_2$  y  $O_2$ , los Hidrocarburos de menos de cinco átomos de carbono metano, etano, propano, y butano, en la fase de producción a los que se añaden en la refinería los hidrocarburo olefinicos, etilo, propileno, butenos, algunos de los cuales son productos intermedios de la petroquímica (Waquier, 2004)

#### 8.1.2. Gases variables

Dióxido de carbono, vapor de agua y ozono las partículas sólidas y líquidas más importante son cristales de hielo (Villarrubia, 2004).

**Figura 1.** Composición de aire seco

Componente	Masa molecular (kg/kmol)	% Volumen	% Masa
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	28.02	78.09	75.52
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	32.00	20.95	23.15
Argón (Ar)	39.94	0.93	1.28
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	44.01	350 ppm	460 ppm
Neón (Ne)	20.18	18 ppm	12 ppm
Helio (He)	4.00	5 ppm	7 ppm
Metano (CH <sub>4</sub> )	16.05	1.5 ppm	8 ppm
Kriptón (Kr)	83.70	1 ppm	3 ppm
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	2.02	0.5 ppm	0.03 ppm
Ozono (O <sub>3</sub> )	48.00	0-12 ppm	0-20 ppm
<b>Aire húmedo: incorpora una cierta cantidad variable de vapor de agua</b>			
Vapor de agua (H <sub>2</sub> O)	18.02	0-4 %	0-2.5 %

Fuente: (Villarrubia, 2004)

## 8.2. La atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la tierra su espesor es pequeño el 99% de la masa atmosférica se concentra en los primeros (30km de altura en un 50%) del radio terrestre. El aire es una mezcla de gases que además contiene partículas sólidas y líquidas aerosoles en suspensión en cantidad y composición variable (Villarrubia, 2004)

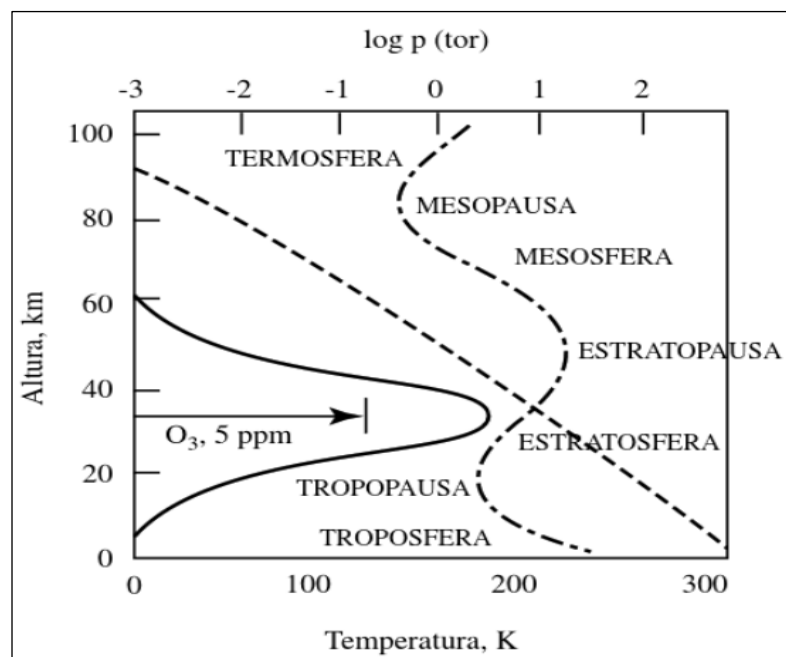
## 8.3. Estructura de atmósfera

Las características de la atmósfera no son homogéneas. Varían no sólo con la altura, sino también con la latitud, estación del año, actividad solar, etc. Aunque, en principio, se puede pensar que propiedades tales como concentración de las especies gaseosas, presión y temperatura deberían variar uniformemente con la altitud, no ocurre así, como se observa en la Figura 1.5 en la que se representan las variaciones con la altura de la temperatura, de la presión y de la concentración de ozono. Esas variaciones se explican, en parte, si se divide la atmósfera en varias capas. a la hora de hacer esa división en capas se han propuesto diversas clasificaciones, atendiendo a las variaciones con la altura de propiedades como presión, composición, propiedades eléctricas o magnéticas, etc., aunque una de las más antiguas y que se adapta mejor a los estudios de contaminación es la basada en el perfil temperatura altura. Como se puede observar en la Figura 1.5, en la primera capa, TROPOSFERA (de unos 15 km de espesor), la temperatura disminuye con la altura en forma aproximadamente lineal con un valor medio (gradiente vertical normal de temperatura) de 6,4°C/km. Acaba la troposfera en la TROPOPAUSA, punto donde se produce una inversión de temperatura, que es frontera con la

siguiente zona, ESTRATOSFERA, que se extiende desde los 15 a los 50 km y donde la temperatura crece lentamente al principio, con mayor pendiente después, hasta llegar a otro punto de inversión, la ESTRATOPAUSA. Por encima se extiende la MESOSFERA, entre los kilómetros 50 y 80, con un cambio de temperatura entre unos 0°C de la estratopausa a unos – 80°C de la MESOPAUSA o punto en el que se produce una tercera inversión, inicio de la TERMOSFERA. Aunque la atmósfera se extiende hasta unos 2000 km, a altitudes superiores a los 150 km la cantidad de moléculas por unidad de volumen es tan ínfima que el concepto de temperatura apenas tiene ya significado. (Figueruelo, Alejano, Juan E., and Dávila Martín Marino., 2012)

Todos los hidrocarburos producidos durante la descomposición anaerobia no van a tener el mismo destino, porque la enorme actividad superficial de la Tierra hace que muchos de ellos vayan siendo enterrados en niveles lo suficientemente profundos como para impedir su oxidación a dióxido de carbono. En este caso, su evolución dependerá de transformaciones geoquímicas que son función del lugar y el modo en que ha ocurrido la descomposición y el posterior enterramiento, descomposición, enterramiento y transformación geoquímica, consiste en una retirada continua de dióxido de carbono de la atmósfera, su mutación a materia orgánica y la transformación de esta última en MOS, carbón o petróleo, que tardarán millones de años en ascender a la superficie, si es que lo hacen, y apenas podrán volver a regenerar el dióxido de carbono al ponerse en contacto con el aire. (Jesús, 2005)

**Figura 2.** Variación con la altitud atmosférica de la presión, temperatura.



**Fuente:** (Figueruelo, Alejano, Juan E., and Dávila Martín Marino., 2012)



#### **8.4. Calidad de aire**

La calidad del aire interior en un edificio depende de una serie de variables, como la calidad del aire del exterior, el diseño del sistema de ventilación y acondicionamiento del aire, las condiciones en que opera y se mantiene este sistema, la división en compartimentos del edificio y las fuentes interiores de contaminantes y su magnitud. En suma, puede afirmarse que los defectos más frecuentes son consecuencia de una ventilación inadecuada, de la contaminación generada en el interior y de la procedente del exterior. (Sola, 2012)

La calidad de aire en unas ciertas zonas (urbano, industriales. rural) se debe al incremento excesivo en las emisiones de contaminantes, las que llevan a mayor concentración de contaminantes en la atmosfera. Estos a su vez ocasiona varios efectos negativos que se puedan clasificar, dependiendo del receptado afectado en la salud de la población, alteración en ecosistemas y agricultura, daños a materiales y patrimonios culturales, la perdida de vida silvestre (Jorquera, 2015)

Origen de los contaminantes La contaminación en el interior tiene diferentes orígenes: los propios ocupantes, los materiales inadecuados o con defectos técnicos utilizados en la construcción del edificio; el trabajo realizado en el interior; el uso excesivo o inadecuado de productos normales (plaguicidas, desinfectantes, productos de limpieza y encerado); los gases de combustión (procedentes del tabaco, de las cocinas, de las cafeterías y de los laboratorios); y la conjunción de contaminantes procedentes de otras zonas mal ventiladas que se difunde hacia áreas vecinas, afectándolas. Téngase en cuenta que las sustancias emitidas en el aire interior tienen muchas menos. (Sola, 2012)

El efecto adverso debido a esa deficiente calidad del aire en espacios cerrados afecta, a muchas personas, ya que se ha demostrado que los habitantes de las ciudades pasan entre el 58 y el 78 % de su tiempo en un ambiente interior que se encuentra contaminado en mayor o menor grado. Es un problema que se ha visto agravado por la construcción de edificios diseñados para ser más herméticos y que reciclan el aire con una proporción menor de aire fresco procedente del exterior con el fin de aumentar su rentabilidad energética. Actualmente se acepta de forma general que los edificios que carecen de ventilación natural presentan riesgo de exposición a contaminantes. (Sola, 2012)

#### **8.5. Intervención del medio ambiente exterior**

Los óxidos de nitrógeno proceden de la combustión, y entre sus fuentes más importantes se encuentran los gases de escape de los automóviles, los generadores eléctricos calentados con

combustibles fósiles y los calentadores domésticos. El óxido nítrico (NO) es poco tóxico, pero puede oxidarse y producir dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) en particular en casos de contaminación fotoquímica. Las concentraciones de fondo de dióxido de nitrógeno son de aproximadamente 1 ppb, pero pueden alcanzar las 0,5 ppm en áreas urbanas. El exterior es la principal fuente de dióxido de nitrógeno en los edificios sin aparatos de combustible no ventilados. Como en el caso del dióxido de azufre, la adsorción por las superficies internas reduce la concentración en el interior con respecto a la existente en el exterior. (Sola, 2012)

El ozono se produce en la troposfera por reacciones fotoquímicas en atmósferas contaminadas y su formación depende de la intensidad de la luz del sol y de la concentración de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos reactivos y monóxido de carbono. En lugares remotos, las concentraciones de fondo de ozono son de 10 a 20 ppb y pueden superar las 120 ppb en áreas urbanas durante los meses de verano. Las concentraciones en el interior son significativamente más bajas debido a la reacción con las superficies del interior y a la falta de fuentes potentes. Se estima que la liberación de monóxido de carbono como resultado de actividades antropogénicas origina el 30 % de la concentración presente en la atmósfera del hemisferio norte. Los niveles de fondo son de aproximadamente 0,19 ppm, y en las áreas urbanas existe un nivel diurno de concentraciones relacionado con el uso de vehículos de motor, con niveles máximos por hora que oscilan entre 3 ppm y 50 a 60 ppm. (Sola, 2012)

Es una sustancia relativamente no reactiva, por lo que su concentración no disminuye por reacción o adsorción en las superficies de interiores. Por tanto, al nivel de fondo originado por el aire del exterior hay que añadir las fuentes de interior, como los aparatos de combustible no ventilados. La relación entre interior y exterior en los compuestos inorgánicos depende del compuesto en cuestión y puede variar con el tiempo. Para los compuestos con fuentes importantes en el interior, como el formaldehído, suelen ser mayores las concentraciones en el interior. (Sola, 2012)

## **8.6. Contaminación del aire**

La contaminación del aire como problema ambiental central abarca una serie de posibles escenarios, formas o manifestaciones que varían tanto en dimensión espacial como en dimensión temporal. Se reconoce, entonces, que este problema no es uno solo sino muchos interconectados, con diferentes características que lo hace, a la hora de su estudio, conocimiento y solución, un problema muy complejo de naturaleza inter y/o multidisciplinaria. (Peñaloza, 2006)

De acuerdo a la forma en que se generan, se agrupan en:

- Contaminantes primarios
- Contaminantes secundarios

Ambos contaminantes, primarios como secundarios, pueden depositarse en la superficie de la tierra por deposición seca o húmeda e impactar en determinados receptores como seres materiales y diversos ecosistemas acuáticos y terrestres. (Peñaloza, 2006)

Contaminación atmosfera se puede decir que como la presencia en el aire de agentes contaminantes que implique riesgos, daños o molestias para el ser vivos y bienes de cualquier naturaleza. Antrópica artificial de vida a las actividades humanas trafico industrial. (Moraleda, 2018)

#### **8.6.1. Contaminantes primarios. Características y efectos**

Son aquellas sustancias que son vertidas directamente a la atmosfera por la fuente (fundamentalmente por partículas sólidas y liquidas en suspensión, así como gases y vapores). Existen cinco contaminantes primarios que provocan cerca del 90% de los problemas de contaminación atmosférica. Estos son: (Pérez, 2011)

- **Monóxido de carbono (CO)**

El monóxido de carbono (CO) es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Es un gas inodoro e incoloro, constituye uno de los productos de la combustión incompleta de los combustibles a base de hidrocarburos como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo o madera. (Pérez, 2011)

Los vehículos automotores emiten a la atmósfera más de las dos terceras partes del monóxido de carbono producto de la actividad humana.

Altos niveles de concentración del CO están presentes en el aire de las grandes ciudades debido a la gran circulación de vehículos. Los edificios altos atrapan los gases y evitan que estos se dispersen en la atmosfera. (Pérez, 2011)

Es extremadamente toxico, a bajos niveles, el CO puede cuásar falta de aire nausea y mareos ligeros. A niveles moderados, el CO puede causar dolores de cabeza, mareos, confusión mental, náusea o desmayo, pero puede causar la muerte si estos niveles aunque moderados, se respiran durante mucho tiempo. (Pérez, 2011)

- **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Los óxidos de nitrógeno forman un importante grupo de gases contaminantes. Aunque hay diversos, los más importantes, en cuanto a sus efectos contaminantes, son el dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> y el monóxido de nitrógeno NO. Se generan a causa de las altas temperaturas que se producen en los procesos de combustión, que favorecen la reacción entre el nitrógeno y oxígeno del aire. (Pérez, 2011)

El monóxido de nitrógeno es el compuesto de nitrógeno que se emite directamente a la atmósfera con mayor frecuencia; es un gas incoloro inodoro y tóxico. En ambientes exteriores, el NO emitido por los automóviles se cambia con el oxígeno presente en la atmósfera por la acción de la luz solar, produciendo NO<sub>2</sub>. (Pérez, 2011)

- **Óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>)**

El dióxido de azufre SO<sub>2</sub> es un gas incoloro de olor irritante en concentraciones altas, las principales fuentes de emisión son la quema de combustibles fósiles en las centrales eléctricas y otras instalaciones industriales. Las fuentes secundarias de emisiones de SO<sub>2</sub>, son los procesos industriales como la extracción de metales a partir de minerales, y la quema de combustibles de alto contenido en azufre proveniente de las locomotoras. (Pérez, 2011)

El SO<sub>2</sub> se vincula a una serie de efectos adversos en el sistema respiratorio, ya que puede causar estrechamientos en los conductos de aire de los pulmones, empeorando la situación de personas con afecciones respiratorias particularmente en niños y ancianos. (Pérez, 2011)

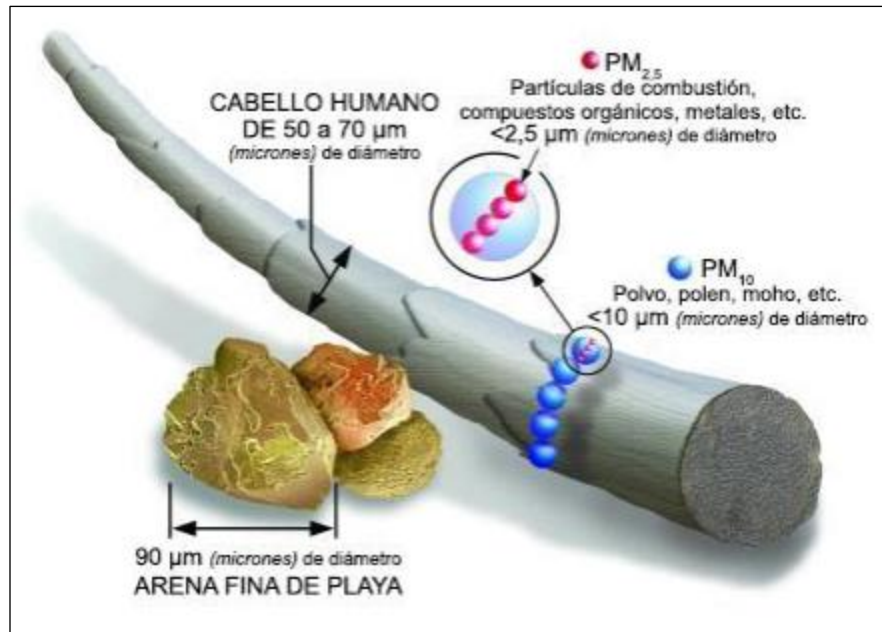
- **Material particulado**

El material particulado está constituido por partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire. Esas partículas tienen una composición química diversa y su tamaño varía de 0,005 a 100 µm de diámetro aerodinámico. El material particulado lo producen los motores ciclo diésel y la combustión incompleta de combustibles sólidos, como la madera y el carbón. Se produce también por la condensación de vapores ácidos y Compuestos Orgánicos Semivolátiles (SOC, por sus siglas en inglés) y mediante las reacciones del NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> que forman nitratos y sulfatos, respectivamente. (Sbarato, 2009)

**PM<sub>10</sub>** partículas inhalables que tienen diámetros de, por lo general, 10 micrómetros y menores;

**PM<sub>2.5</sub>** : partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros y menores. (US EPA, 2018)

**Figura 3.** Comparación de tamaño de las partículas de PM



**Fuente:** (US EPA, 2018)

No todas las partículas suspendidas en el aire (partículas totales en suspensión PTS) afectan la salud de la misma forma. Se ha demostrado que las partículas que más afectan la salud son aquellas que constituyen la fracción respirable: aquellas con diámetro aerodinámico equivalente menor de 10µm PM<sub>10</sub> y todavía afectan en mayor grado las menores de 2,5µm (PM<sub>2.5</sub>). (Romero Placeres, 2006)

(PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) y sulfatos. Es considerable el aumento porcentual de mortalidad diaria y las internaciones hospitalarias atribuidas al aumento de dichas concentraciones, y también muestra el aumento porcentual del uso de broncodilatadores, exacerbación de los síntomas respiratorios, tos y flujo pico de espiración atribuido, en este caso, al aumento en la concentración de PM. (Romero Placeres, 2006)

La relación entre la exposición a material particulado (humo y PM<sub>10</sub>) y los efectos adversos a la salud se han documentado en diferentes estudios, aunque solo algunos han investigado el impacto del humo sobre la salud de niños con crisis aguda de asma (Romero Placeres, 2006)

bronquial.1 Entre los principales contaminantes con capacidad de afectar la salud de los individuos están los que provienen de emisiones primarias o transformaciones atmosféricas.

Los vehículos automotores son la fuente más importante de algunos de estos contaminantes (en particular el monóxido de carbono), óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no quemados, ozono y otros oxidantes fotoquímicos, plomo y, en menor proporción, las partículas suspendidas totales de bióxido de azufre y los compuestos orgánicos volátiles. (Romero Placeres, 2006)

### **8.6.2. Contaminantes secundarios. Características y efectos**

Los contaminantes secundarios se producen como consecuencia de las reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios entre ellos o con otros componentes del aire en la atmosfera. (Pérez, 2011)

Entre los contaminantes secundarios Estos son:

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

En un gas de efecto invernadero tanto de origen natural como producido por el ser humano. El ozono se forma y reacciona por la acción de la luz solar. Está presente en dos capas de la atmosfera; en la parte más alta de ésta (estratosfera), forma una capa que protege la tierra de los rayos ultravioletas, sin embargo a nivel del suelo, el ozono se considera un serio contaminante del aire, es un componente de la niebla toxica o smog. (Pérez, 2011)

La presencia de otros contaminantes del aire, en particular las partículas en suspensión, puede potenciar o modificar los efectos del ozono, y viceversa. Los  $NO_2$  y los COVs emitidos por los automóviles y las industrias, también se combinan para formar ozono. Este ozono es un toxico que daña a la vegetación, destruye los árboles e irrita el tejido pulmonar. (Pérez, 2011).

la contaminación del ozono se ha demostrado que aumenta los episodios de asma, sobre todo en grupos sensibles de la población como niños adultos que practican deporte al aire libre de los oxidantes fotoquímicos las personas más perjudicadas son las que presentan ya patológicas respiratorias. Entre los metales más tóxicos, podemos recordar el plomo a través del aparato respiratorio y se acumula en los pulmones. (Faccioli, 2018)

### **8.7. Contaminación ambiental por la producción agrícola de brócoli.**

En Cotopaxi, la agroindustria empezó a desarrollarse con el cultivo de las flores, pero a partir de finales de los años noventa hubo una segunda ola expansiva mediante el cultivo del brócoli, destinado también al mercado externo. Esta expansión tiene lugar en áreas más campesinas e incluso en comunidades indígenas de altitud, como es el caso de Guaytacama. (Martínez, 2015)

Existen dos procesos de conformación del territorio del brócoli: uno más temprano, con la compra de haciendas en la zona lechera de Guaytacama, y otra más tardío, mediante compra de haciendas más tradicionales en las áreas de Pujilí y Salcedo. (Martínez, 2015).

#### **8.7.1 La nutrición de las plantas**

Las plantas se diferencian de otros seres vivos en que generan su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas que obtienen del ambiente que les rodea: atmósfera y suelo. Son, por tanto, seres autótrofos que producen las sustancias para su crecimiento mediante el proceso de la fotosíntesis, que consiste en la captación y utilización de la energía de la luz para transformar la materia inorgánica (agua y sales minerales), con ayuda del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en materia orgánica para su crecimiento y desarrollo. (Salazar, 2013)

#### **8.7.2 Nutrientes principales**

Los nutrientes principales son aquellos elementos minerales que los vegetales necesitan en cantidades superiores a las que existen de ellos en forma disponible en la mayoría de los suelos. Pertenecen a este grupo exclusivamente el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). (Salazar, 2013)

#### **8.7.3 Nutrientes secundarios**

Los elementos secundarios esenciales son el calcio (Ca), el magnesio (Mg), el sodio (Na) y el azufre (S). Las cantidades de estos elementos presentes en el suelo suelen cubrir las necesidades de los cultivos, por lo que, en general, no es preciso realizar aportes de ningún tipo al suelo. (Salazar, 2013)

#### **8.7.4 Afectación a la salud**

La mala calidad del aire tiene efectos en la salud afirman muchos ambientó, aunque se describen múltiples efectos nocivos de la contaminación sobre las personas, los principales daños se circunscriben al aparato respiratorio y problemas cardiovasculares. (S&P, 2017)

Los principales síntomas respiratorios debidos a la contaminación son tos, respiración silbante, mucosidades excesivas en vías respiratorias, etc. estos síntomas corresponden a enfermedades como bronquitis, asma, enfisema, cáncer, etc. En suma, los pulmones son el órgano humano más afectado por la contaminación del aire, especialmente por la presencia de partículas sólidas que, si son de tamaño muy pequeño no son retenidas en las vías previas y llegan hasta los alvéolos de los pulmones causando su obstrucción y degradación. (S&P, 2017)

La deficiente oxigenación de los glóbulos rojos puede causar alteraciones cardiovasculares como estrechamiento de las arterias coronarias, riesgo de formación de coágulos, alteración de la placa aterosclerótica, etc. En general estos daños causados a las personas pueden suponerse también en mayor o menor medida infligidos a los animales y seres vivos en general (S&P, 2017)

El efecto más importante de la contaminación del aire es lo que se conoce como el “efecto invernadero” que consiste en que los gases contaminantes permiten el paso de los rayos solares que inciden a la tierra al tiempo que dificultan el paso de las radiaciones reflejadas que salen de la tierra hacia el espacio, el resultado es un aumento de temperatura del planeta debido a ese desbalance entre energía absorbida y energía emitida. (S&P, 2017)

### 8.7.5 Descripción del E-BAM

El E-BAM es un monitor automático de PTS (TSP), MP10 (PM10) y MP2.5 (PM2.5) basado en filtro y detección de atenuación beta. El E-BAM tiene la misma operación básica que los muestreadores manuales basados en filtro, tales como, el muestreador de Alto Volumen con cabezal de muestreo selectivo por Tamaño de Partículas (Size Selective Inlet High Volume Sampler) o el Método de Referencia Federal (Federal Reference Method). Estos muestreadores manuales consisten de tres subsistemas, los cuales son respectivamente: un Sistema de Flujo (Flow system), un Sistema de Medición (Measuring system) y un Sistema de Manejo de Datos, (Hart, 208)

**Figura 4.**Equipo E-BAM



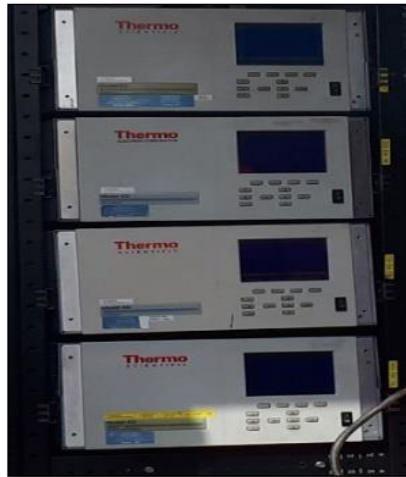
Fuente: Gabriela Llano



### 8.7.6 Equipo de monitoreo de gases

El equipo de monitoreo de la calidad del aire ambiental incluye detectores de gases e instrumentos portátiles y personales que monitorean el aire ambiental en el lugar de trabajo para ayudar a detectar la presencia de vapores y gases tóxicos. (THERMO SCIENTIFIC, 2013)

**Figura 5.**Equipo Thermo scientific.



**Elaborado por:** Gabriela Llano

Mide altos niveles de óxidos de nitrógeno en el aire usando quimioluminiscencia con el analizador Thermo Scientific. Modelo 42 i, HL NO-NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. El Modelo 42 i -HL es un diseño de cámara fotomultiplicadora de cámara única que alterna entre los modos NO y NO<sub>x</sub>, y puede funcionar continuamente en los modos NO o NO<sub>x</sub>, lo que permite un tiempo de respuesta de menos de 5 segundos. (THERMO SCIENTIFIC, 2013)

Mide SO<sub>2</sub> en aire ambiente hasta 100 ppm con el analizador Thermo Scientific. Modelo 43 i SO<sub>2</sub>, el primer analizador de gases que utiliza tecnología de fluorescencia pulsada para medir SO<sub>2</sub>. Los filtros de paso de banda reflectantes están menos sujetos a la degradación fotoquímica y más selectivos en el aislamiento de longitud de onda, lo que resulta en una mayor especificidad de detección y estabilidad a largo plazo. (THERMO SCIENTIFIC, 2013)

Mida la cantidad de ozono en el aire ambiente con el analizador de ozono Thermo Scientific. Modelo 49 i fotométrico UV de doble celda.

Mide la cantidad de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente con el analizador Thermo Scientific. Modelo 48 i CO. La técnica de correlación de filtro de gas utilizada por el analizador de correlación de filtro de gas Modelo 48 i ofrece más de 30 años de rendimiento probado en el campo al proporcionar lecturas precisas y confiables. (THERMO SCIENTIFIC, 2013)

## **8.8.MARCO LEGAL**

### **CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR**

#### **Capítulo segundo Derechos del buen vivir**

##### **Sección segunda Ambiente sano**

**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. (Asamblea Nacional Republica del Ecuador, 2011)

### **LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

#### **Capítulo I**

##### **De la prevención y control de la contaminación del aire**

**Art. 5.-** Las instituciones públicas o privadas interesadas en la instalación de proyectos industriales, o de otras que pudieran ocasionar alteraciones en los sistemas ecológicos y que produzcan o puedan producir contaminación del aire, deberán presentar a los Ministerios de Salud y del Ambiente, según corresponda, para su aprobación previa, estudios sobre el impacto ambiental y las medidas de control que se proyecten aplicar

#### **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.**

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

**4.1.1.2** La Entidad Ambiental de Control verificará, mediante sus respectivos programas de monitoreo, que las concentraciones a nivel de suelo en el aire ambiente de los contaminantes comunes no excedan los valores estipulados en esta norma. Dicha Entidad quedará facultada para establecer las acciones necesarias para, de ser el caso de que se excedan las concentraciones de contaminantes comunes del aire, hacer cumplir con la presente norma de

calidad de aire. Caso contrario, las acciones estarán dirigidas a prevenir el deterioro a futuro de la calidad del aire.

**4.1.1.3** La responsabilidad de la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente recaerá en la Entidad Ambiental de Control. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations, Anexos 40 CFR 50).

**4.1.2.1** Para los contaminantes comunes del aire, definidos en 4.1.1, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas. El Ministerio del Ambiente establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente. La Entidad Ambiental de Control utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial. La Entidad Ambiental de Control podrá establecer normas de calidad de aire ambiente de mayor exigencia que los valores descritos en esta norma nacional, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe dicha Autoridad indicaren esta necesidad. (TULSMA, 2015)

### **Norma de calidad de aire ambiente**

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo 4 cuya versión vigente se publicó en: Acuerdo Ministerial 097A, el Registro Oficial edición especial 387 del 4 de noviembre de 2015, la misma que se encuentra bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. La Norma Nacional de la calidad de aire ambiente establece parámetros para concentraciones tanto para contaminantes criterio en el aire ambiente como para los contaminantes no convencionales con efectos tóxicos y/o cancerígenos en el aire ambiente.

### **4.1.2. Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente**

4.1.2.1 Para los contaminantes criterio del aire, definidos en 4.1.1.1, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente. La Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de

Manejo Ambiental utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial

### **Material particulado menor a 10 micrones (PM10)**

El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos 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 sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM10 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5)**

El promedio aritmético de la concentración de PM2,5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Se considera sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado PM2.5 cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea sea mayor o igual a ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

La concentración SO<sub>2</sub> en 24 horas no deberá exceder ciento veinticinco microgramos por metro cúbico ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), la concentración de este contaminante para un periodo de diez minutos, no debe ser mayor a quinientos microgramos por metro cúbico ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El promedio aritmético de la concentración de SO<sub>2</sub> de todas las muestras en un año no deberá exceder de sesenta microgramos por metro cúbico ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### **Monóxido de carbono (CO)**

La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10

000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no más de una vez al año. La concentración máxima en (1) una hora de monóxido de carbono no deberá exceder treinta mil microgramos por metro cúbico (30 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no más de una vez al año.

### **Ozono**

La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), más de una vez en un año.

### **Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

El promedio aritmético de la concentración de Dióxido de nitrógeno, determinado en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cuarenta microgramos por metro cúbico (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder doscientos microgramos por metro cúbico (200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Tabla 3.** Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

<b>Contaminante y Período de Tiempo</b>	<b>Alerta</b>	<b>Alarma</b>	<b>Emergencia</b>
Monóxido de Carbono	15000	30000	40000
Concentración promedio en ocho horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
Ozono	200	400	600
Concentración promedio en ocho horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	200	1000	1800
Material particulado PM 10 Concentración en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	250	400	500
Material Particulado PM 2.5 Concentración en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	150	250	350

**Fuente:** (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015)

### **En Nivel de Alerta:**

- ✓ Restringir la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alerta para uno o más contaminantes

específicos. Estas últimas acciones podrán consistir en limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas de combustión, tales como soplado de hollín, o solicitar a determinadas fuentes fijas no reiniciar un proceso de combustión que se encontrase fuera de operación

#### **En Nivel de Alarma:**

- ✓ Restringir, e inclusive prohibir, la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alarma.

#### **En Nivel de Emerge**

Prohibir la circulación y el estacionamiento de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de emergencia. Se deberá considerar extender estas prohibiciones a todo el conjunto de fuentes fijas de combustión, así como vehículos automotores, presentes en la región bajo responsabilidad de la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable acreditada ante el Sistema Único de Manejo Ambiental.

### **9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS**

¿El monitoreo y posterior análisis de la calidad del aire en el área de influencia indirecta de la zona productora de brócoli, permitió determinar el estado actual del recurso aire?

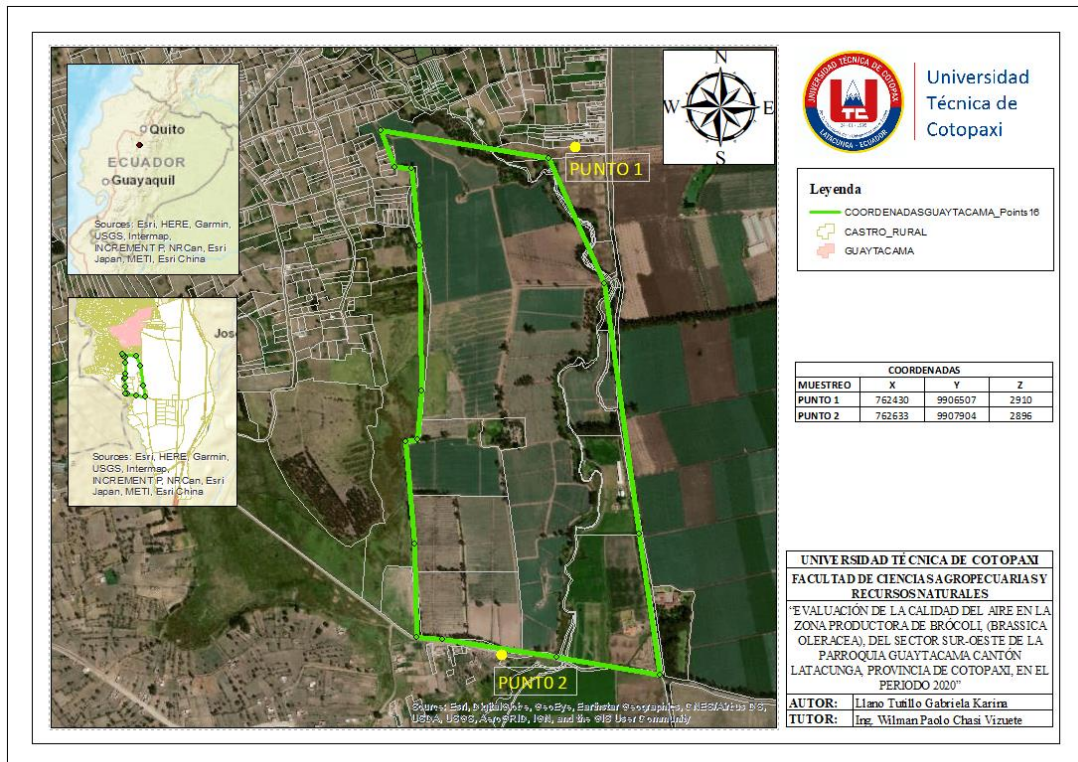
Una vez analizado los resultados de los contaminantes de Material Particulado  $PM_{10}$ , tiene un valor de  $35 \mu g/m^3$  y  $15 \mu g/m^3$ ,  $PM_{2.5}$  se obtuvo un valor de  $16 \mu g/m^3$  y  $14 \mu g/m^3$ , (CO) los valores son  $1304 \mu g/m^3$  y  $878 \mu g/m^3$ , dióxido de azufre ( $SO_2$ ) se obtuvo  $26 \mu g/m^3$  y  $26 \mu g/m^3$ , dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) las medidas fueron  $19 \mu g/m^3$  y  $19 \mu g/m^3$ , ozono ( $O_3$ ) dando los siguientes resultados  $34 \mu g/m^3$  y  $46 \mu g/m^3$ , obtenido los valores de calidad del aire se procede a comparar con la normativa vigente en este caso TULSMA Libro VI Anexo 4, en la cual se concluye que la zona de influencia se encuentra bajo los límites máximos permisibles, por este motivo no se debe realizar el uso inadecuado de los recursos naturales, con el objetivo de preservar el medio ambiente, de esta manera se ratifica que el monitoreo y posterior análisis de la calidad de aire de la zona productora de brócoli, permitió determinar el estado actual del recurso aire.

## 10 METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)

### Descripción del lugar de estudio

La parroquia Guaytacama está ubicada en la provincia de Cotopaxi en el cantón Latacunga se encuentra a 12 km al norte de Latacunga sus límites son Al Norte: con las parroquias de Toacaso y Tanicuchí, separada la primera por la colina Yugsiloma y la segunda por el Fondo San Mateo.

**Figura 6.** Mapa Geográfico del lugar de estudio de la parroquia Guaytacama



Elaborado por: Gabriel llano

### 10.1. Metodología de investigación

#### 10.1.1. Método inductivo

Se utilizó para el análisis de los diferentes puntos de muestro de la parroquia Guaytacama, para monitorear los parámetros actuales de la calidad del aire; como se menciona anteriormente este método permitió llegar a consecuencias lógicas, a partir de conocimientos particulares, a un conocimiento general; en este caso el conocimiento particular, se obtendrá a partir de los datos que proporcionen los parámetros de los contaminantes de estudio que son: Material Particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , Monóxido de carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno ( $NO_2$ ), Dióxido de azufre ( $SO_2$ ), Ozono ( $O_3$ ), ya que estos contaminantes producen problemas a la salud de los trabajadores y a los moradores del sector en general.

## 10.2. Técnicas de Investigación

### 10.2.1. Análisis de información

Las dificultades surgidas en la observación de diferentes fenómenos, o incluso su imposibilidad, y las posibles deficiencias en su transmisión, sea real o escrita, hace necesario establecer un procedimiento para obtener datos útiles en determinadas investigaciones, recurriendo a cualquier tipo de documentación, para de manera indirecta, deducir su contenido real.

#### Monitoreo

El monitoreo que se realizó permitió identificar dos puntos estratégicos para la medición de los parámetros mencionados por lo cual tiene una máxima duración para el material particulado y dióxido de azufre de 24 horas también para monóxido de carbono, y, ozono 8 horas, y el dióxido de nitrógeno una duración de 1 hora según la normativa vigente ecuatoriana.

- **Coordenadas**

**Tabla 4.** Georreferenciación de puntos de monitoreo

Punto de muestreo	ESTE (UTM):	SUR (UTM):	Latitud (S):
<b>Punto 1</b>	<b>762430</b>	<b>9906507</b>	<b>2910</b>
<b>Punto 2</b>	<b>762633</b>	<b>9907904</b>	<b>2896</b>

Elaborado por: Gabriela Llano

## 10.3. Instrumentos de Investigación

- **Libreta de campo**

Se utilizó para los registros de datos, y altitudes para la ubicación de las diferentes unidades ambientales, también apuntes de los diferentes procesos.

- **GPS MAP 64 S**

Con el navegador GPS se realizó la georreferenciación del área de estudio para el proyecto de investigación, para ello se necesitaron tomar 16 puntos con el propósito de formar el polígono del área de estudio, datos que permitió delimitar la zona productora de brócoli, de esta manera se elaboró el polígono antes detallado en la figura 6, misma que representa el sector de estudio, mediante el programa ArcGis.



**Figura 7.**Equipo GPS MAP64s

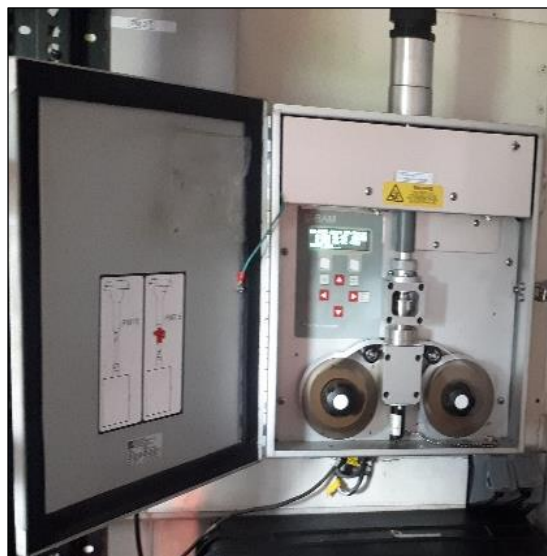


Elaborado por: Gabriela Llano

- **Equipo: Mediciones de Material Particulado**

El equipo que se utilizó para la medición de material particulado  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  mediante el equipo E- BAM es un monitoreo de masa o partículas portátiles, que permite obtener datos reales y almacenamiento de datos registrados

**Figura 8.**E-BAM Mass Monitor Met One Instruments



Elaborado por: Gabriela llano

- **Equipo de medición de gases ( $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$ )**

Se utilizó el equipo THERMO SCIENTIFIC, para las diferentes mediciones de gases de los cual son equipos portátiles de calidad de aire son, moder42i  $NO_2$ , moder43  $SO_2$ , moder48i  $CO_2$ , moder49i  $O_3$ .

**Figura 9.**Equipo THERMO SCIENTIFIC



Elaborado por: Gabriela Llano

#### **10.4. Procedimiento para la medición de calidad de aire**

##### **Armado del equipo del E-BAM**

Levantar el gabinete del E-BAM con el tubo de entrada orientado hacia arriba. Deslizar la ranura ubicada en la parte posterior del E-BAM dentro del soporte de enganche ubicado en la parte superior del trípode. Con el perno de ¼" afirmar la parte baja del gabinete del E-BAM al trípode.

Remover el tapón de plástico rojo desde el tubo de entrada y colocar el Tubo Adaptador corto de aluminio. El Tubo corto es sujetado por dos o-rings, por lo que debe empujarse y rotarse hasta alcanzar el tope. Apretar con la mano la tuerca plástica negra que afirma el Tubo corto en la parte superior del gabinete del E-BAM.

Tomar el cabezal de muestreo  $PM_{10}$  y el filtro de  $PM_{2.5}$  colocarlo sobre el Tubo Adaptador corto. El Cabezal tiene dos anillos de sello, por lo que debe empujarse y rotarse el Cabezal hasta alcanzar el tope.

De la misma manera se instaló el brazo del soporte en el tubo ubicado en la parte superior del trípode y fijando atornillando los dos pernos Allen, enganchar el sensor de temperatura a un brazo del tubo de soporte y conectar el conector del cable de señal de 5 pines a la entrada ubicada en la parte inferior del gabinete.

**Figura 10.** Procedimiento para la medición de calidad de aire



Elaborado por: Gabriela Llano

### **Sistema eléctrico**

El E-BAM es un instrumento operado a baterías. La Fuente de Poder debe entregar entre 11-16 (Volt) DC a 4 (Ampere) continuos. El E-BAM puede también ser operado con un Fuente Alterna (AC) usando un convertidor AC a DC. Met One puede proveer una Fuente AC para el E-BAM, ubicada en una Caja para la intemperie.

Por lo cual hemos utilizado la luz de 110 voltios para el funcionamiento del equipo

### **Operación de Encendido del equipo E-BAM**

Al encender el E-BAM éste inmediatamente ejecuta secuencialmente un mínimo de nueve pantallas. Estas pantallas verifican que la hora, fecha y periodo de pro mediación sean los correctos. Otras pantallas también chequean el filtro y la operación apropiada de subsistemas vitales durante el encendido de del E-BAM.

### **Selección del Sitio de Muestreo**

El sitio óptimo para el monitoreo del aire ambiental es un lugar donde el E-BAM está cerca de la zona de respiración de las personas. Sin embargo, por consideraciones prácticas, tales como, la prevención de vandalismo, por seguridad, adecuada accesibilidad, disponibilidad de electricidad, etc. generalmente requiere que el E-BAM sea instalado en un sitio elevado. Dadas estas consideraciones, existe un rango de alturas aceptables que pueden ser usadas es de 2 a 15 metros sobre nivel del suelo de pendiendo la velocidad del viento

Al identificar los puntos de muestreo se verifico que hay dos puntos de mayor concentración de contaminación al aire, específicamente el material particulado y la concentración de gases

debido a la zona de producción de brócoli, ya que afecta a los moradores de la parroquia Guaytacama, el primer punto se realizó en el barrio Yanashpa, el segundo punto es el al barrio Cevallos que se encuentra al frente de la producción de brócoli por la calle principal del sector Guaytacama; es así que los equipos se instala teniendo en consideración la velocidad y dirección del viento .

### **Espaciamiento desde Obstrucciones.**

Si el equipo es localizado en un techo u otra estructura, debe existir un mínimo de 2 metros de separación desde paredes, parapetos, casas, etc. Los árboles proveen superficies para la deposición de material particulado, como también producen restricción al flujo de aire. Por lo tanto, el E- BAM, debe ser ubicado al menos a 20 metros desde la línea de goteo de los árboles.

### **Espaciamiento desde Carreteras/Caminos.**

Al realizar el monitoreo ambiental de material particulado E- BAM debe ser ubicado cerca de una calle de menor tráfico de la misma que debe de estar a una distancia de 5 metros alejado de la vía con una altura de 2- 15 metros del nivel del suelo.

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

El monitoreo que se realizó con el analizador de material particulado E-BAM de las 24 hora como nos manifiesta las normativas vigentes

Después de haber obtenido los datos de monitoreo de cada punto se realizó las gráficas para ver el nivel de contaminación del material particulado de la misma manera se comparará los datos con la normativa vigente ecuatorial TULSMA Libro VI Anexo 4, de la tabla 3 de Concentraciones de contaminantes, criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.

### **Determinación de muestreo de material particulado $PM_{10}$ , $PM_{2.5}$**

El monitoreo de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , se realizó con el equipo E-BAM de marca MET ONE, de la misma manera se utilizó el método beta atenuación ya que es definido como disminución de conteo de números de partículas beta debida a la absorción producida por un medio interpuesto, se seleccionó dos puntos de muestreo el primer punto en el barrio Cevallos por presentar espacios libre de vegetación y en el punto dos en el barrio Yanashpa que pertenece

a la parroquia Guaytacama, son los dos lugares con mayor con mejor acceso para los equipos de medición, así como también son los puntos extremos del área de estudio, cubriendo así en su totalidad las condiciones que presenta la producción de brócoli; teniendo en cuenta que para la medición se debe considerar una distancia de 5 metros de la calle de menor tráfico, también una distancia de 2 metros de separación desde paredes, parapetos; se tomó en cuenta una altura de 3 metros de altura y la velocidad del viento, según la normativa vigentes ecuatorianas para el monitoreo de calidad de aire sobre la medición de material particulado tiene una duración de 24 horas como indica en la normativa TULSMA Libro VI Anexo 4 de la tabla 3 por lo cual se comparara los datos obtenidos con la Tabla 3 de las Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.

**Figura 11.**Determinación de material particulado de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$



Elaborado por: Gabriela Llano

#### **Determinación de gases ( $CO$ , $SO_2$ , $NO_2$ , $O_3$ )**

El analizador de gases es un equipo de marca Thermo de los siguientes modelos: moder42i  $NO_2$ , moder43  $SO_2$ , moder48i  $CO_2$ , moder49i  $O_3$ ; de la misma manera se realizó la calibración cero y Span utilizando MRC Certificado y Trazables NIST o EPA, así como el Generador de Aire Cero y Dilutor, su máxima de concentración del monitoreo es, de 24 horas, 8 horas 1 hora; al realizar el monitoreo se identificó el área de estudio, por ello se realizó dos puntos de muestreo, donde produce mayor contaminación, debido a la producción de brócoli, por lo cual se obtuvo los resultados del monitoreo y se comparó con las normativas vigentes, **TULSMA – Libro VI: Anexo 4** de la TABLA 3 de la Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad de aire.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

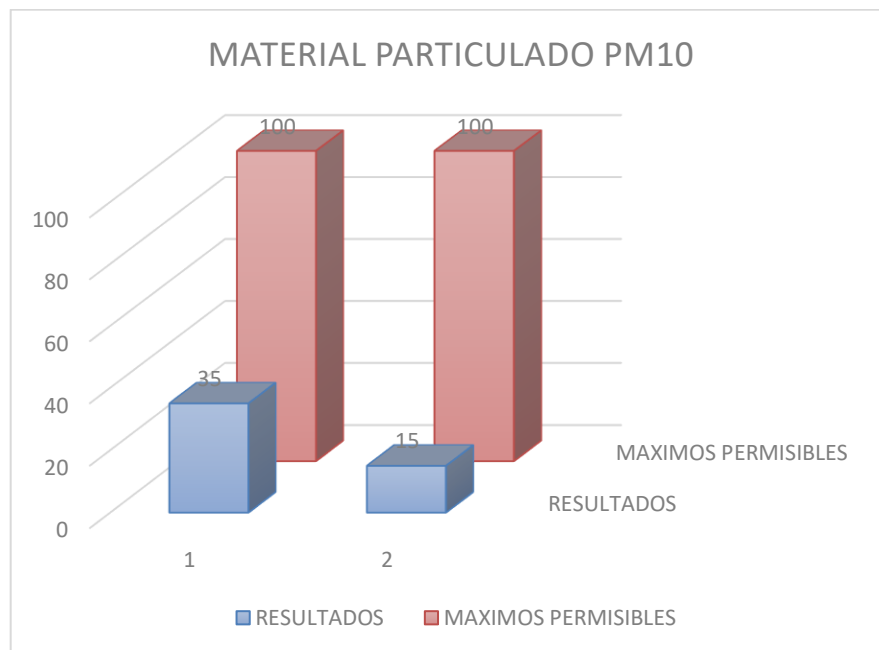
### Material particulado $PM_{10}$

**Tabla 5.** Datos de Resultados de medición de material particulado  $PM_{10}$

<b>Material Particulado <math>PM_{10}</math>,</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Resultados Obtenidos <math>\mu g/m^3</math></b>	<b>Máximos Permisibles <math>\mu g/m^3</math></b>	<b>Observaciones</b>
1	35	100	Cumple
2	15	100	Cumple

Elaborado por: Gabriela Llano

**Figura 12.** Análisis de resultados de material particulado  $PM_{10}$



Elaborado por: Gabriela Llano

### Interpretación

Como se observa en la Tabla 5 y la Figura 12 de material particulado  $PM_{10}$  del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, los resultados en el primer punto georreferenciado presenta un valor de  $35 \mu g/m^3$  a diferencia del segundo punto que se obtuvo  $15 \mu g/m^3$ , valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible que es  $100 \mu g/m^3$ , debido a que el monitoreo se lo realizó en épocas lluviosas, por tal motivo no se presentan suspensión de polvo en el aire.

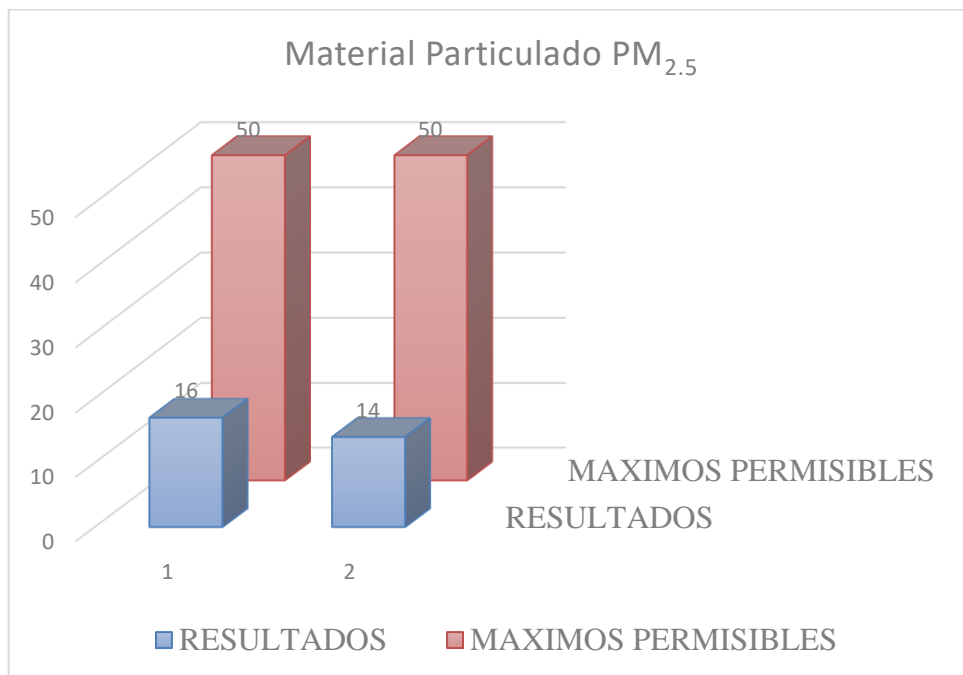
## Material Particulado de $PM_{2.5}$

**Tabla 6.** Resultados de medición de material particulado  $PM_{2.5}$

<b>Material Particulado <math>PM_{2.5}</math></b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Resultados Obtenidos <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Máximos Permisibles <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Observaciones</b>
1	16	50	Cumple
2	14	50	Cumple

**Elaborado por:** Gabriela Llano

**Figura 13.** Análisis de resultados de material particulado  $PM_{2.5}$



**Elaborado por:** Gabriela Llano

## Interpretación

Como se detalla en la Tabla 6 y la Figura 13 sobre material particulado  $PM_{2.5}$  del sector suroeste de la parroquia Guaytacama, los resultados en el primer punto georreferenciado tiene un valor de  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a diferencia del segundo punto que se obtuvo  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible que es  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , debido a que el monitoreo se realizó en épocas lluviosas, por tal motivo no se presentan suspensión de polvo en el aire.

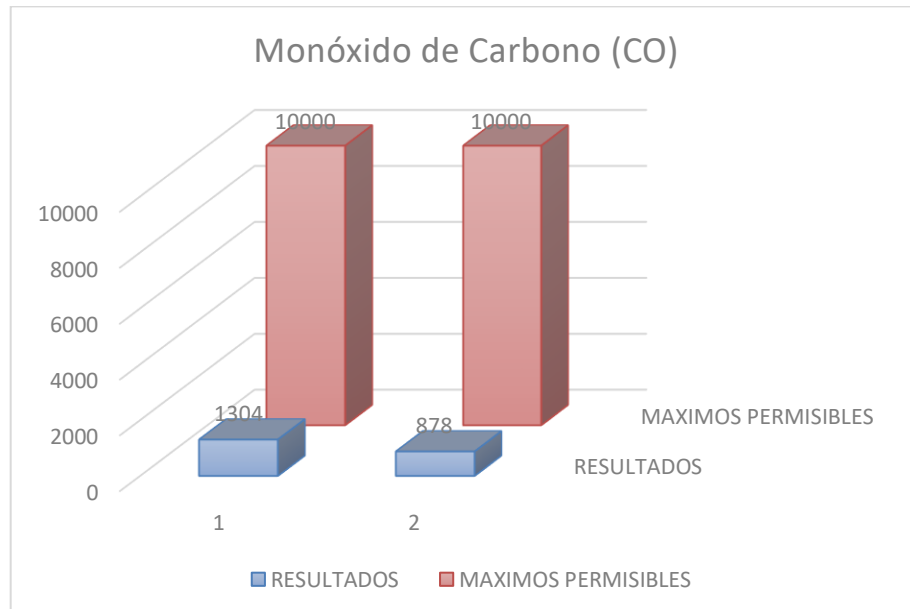
## Monóxido de carbono

**Tabla 7.**Datos de resultados de Monóxido de carbono (CO)

<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>			
Punto De Muestreo	Resultados Obtenidos $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximos Permisibles $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Observaciones
1	1304	10.000	Cumple
2	878	10.000	Cumple

Elaborado por: Gabriela Llano

**Figura 14.**Análisis de resultados de monóxido de carbono (CO)



Elaborado por: Gabriela Llano

## Interpretación

En la Tabla 7 y la Figura 14, se puede apreciar los siguientes datos de monóxido de carbono (CO) del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, los resultados en el primer punto georreferenciado presentan un valor de  $1304 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a diferencia del segundo punto que se obtuvo  $878 \mu\text{g}/\text{m}^3$  valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible que es  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , cabe recalcar que se da por la producción de brócoli y el uso inadecuado de los agroquímicos, ya que afecta directamente al ambiente y a la salud de los habitantes del sector



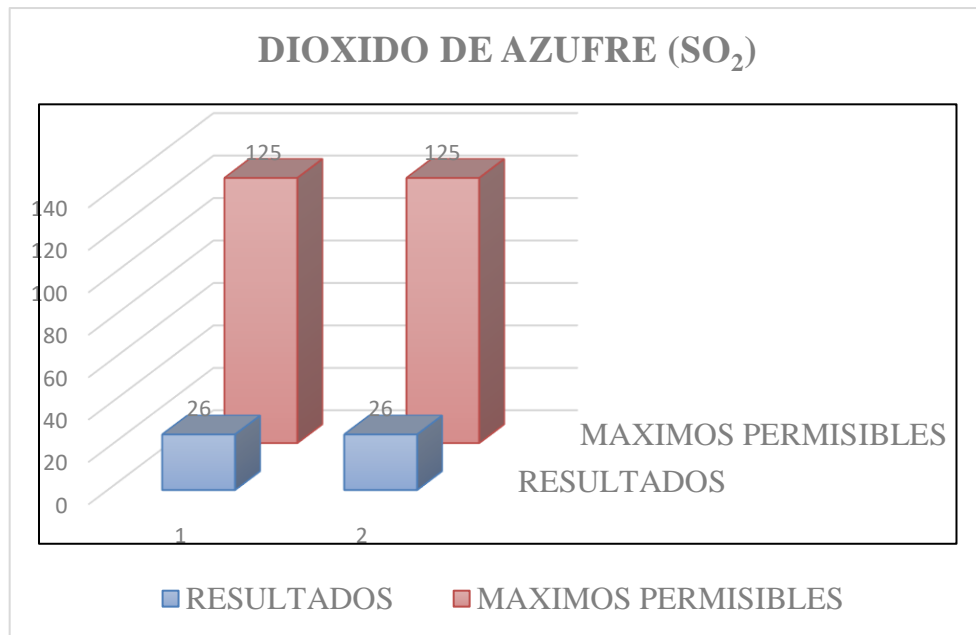
## Dióxido de azufre

**Tabla 8.**Datos de medición de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Punto de Muestreo	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )		Observaciones
	Resultados Obtenidos $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximos Permisibles $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	
1	26	125	Cumple
2	26	125	Cumple

Elaborado por: Gabriela Llano

**Figura 15.**Análisis de resultados de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)



Elaborado por: Gabriela Llano

## Interpretación

Como se puede apreciar en la Tabla 8 y la Figura 15 de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) del sector suroeste de la parroquia Guaytacama, los resultados en el primer punto georreferenciado, tienen un valor de 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a diferencia del segundo punto que se obtuvo 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible que es 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto se da por la quema de desechos agrícolas, así como también por el metabolismo propio del brócoli en presencia de agroquímicos que afectan al ambiente y la salud de los habitantes del sector.

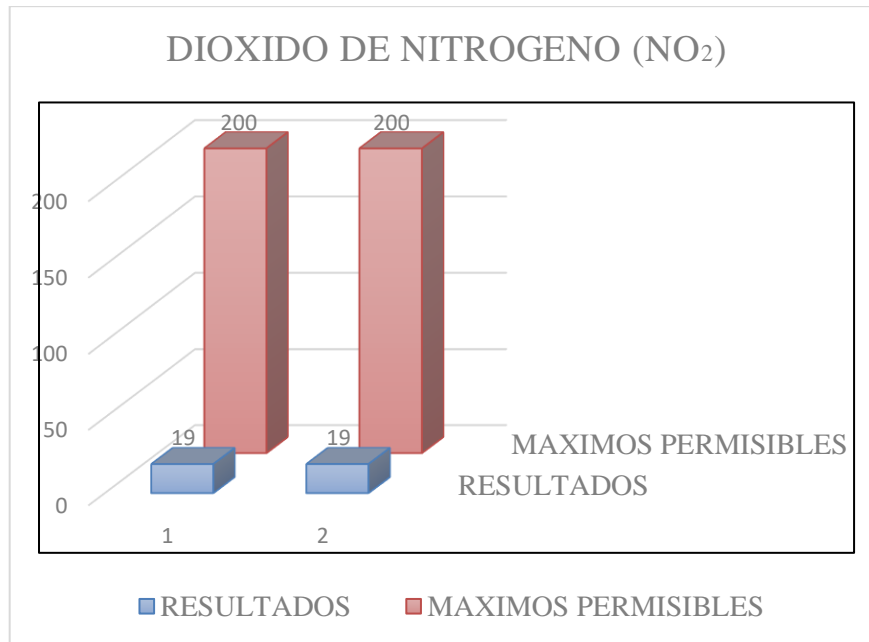
## Dióxido de nitrógeno

**Tabla 9.** Datos de medición de Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )

<b>Dióxido de Nitrógeno (<math>\text{NO}_2</math>)</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Resultados Obtenidos <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Máximos Permisibles <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Observaciones</b>
1	19	200	Cumple
2	19	200	Cumple

Elaborado por: Gabriela Llano

**Figura 16.** Análisis de resultados de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )



Elaborado por: Gabriela Llano

## Interpretación

En la Tabla 9 y la Figura 16 del dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, los resultados en el primer punto georreferenciado contiene un valor de  $19\mu\text{g}/\text{m}^3$  a diferencia del segundo punto que se obtuvo  $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible que es  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ , debido a las plantas de energía para la producción de brócoli y la existencia de vehículos que transita en el área de producción agrícola, lo cual afecta al ambiente y la salud de los habitantes del sector.

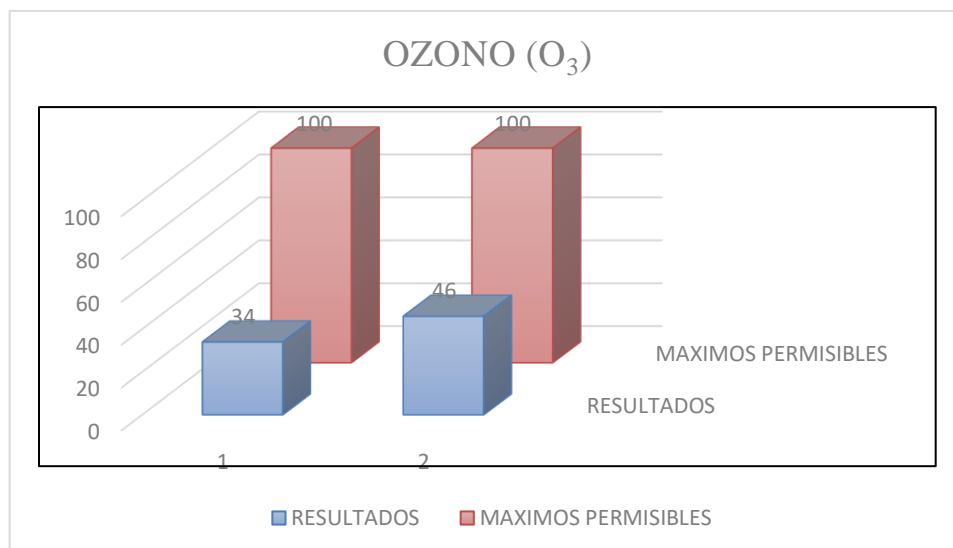
## Ozono

**Tabla 10.**Datos de medición de ozono (O<sub>3</sub>)

<b>OZONO (O<sub>3</sub>)</b>			
<b>Punto de Muestreo</b>	<b>Resultados Obtenidos μg/m<sup>3</sup></b>	<b>Máximos Permisibles μg/m<sup>3</sup></b>	<b>Observaciones</b>
1	34	100	Cumple
2	46	100	Cumple

Elaborado por: Gabriela Llano

**Figura 17.**Análisis de resultados del ozono (O<sub>3</sub>)



Elaborado por Gabriela Llano

## Interpretación

Como se presenta en la Tabla 10 y la Figura 17, a cerca de los valores del ozono (O<sub>3</sub>), del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, los resultados en el primer punto georreferenciado contiene un valor de 34μg/m<sup>3</sup>a diferencia del segundo punto que se obtuvo 46μg/m<sup>3</sup>, valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible que es 100 μg/m<sup>3</sup>, esto se da por el motivo de producción de brócoli y el uso inadecuado de los agroquímicos, también por las actividades industriales, compuestos orgánicos volátiles, quema agrícola, motores de combustión usados en la actividad productiva agrícola, ya que afecta directamente al ambiente y la salud de los habitantes del sector.

## 12. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES, ECONÓMICOS

### AMBIENTALES

Mediante el monitoreo se analizó la evaluación de la calidad de aire en la zona productora de brócoli en la parroquia Guaytacama, de los principales contaminantes son , ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , CO,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $O_3$ ), se determinó el estado actual de la calidad de aire, mismos que se encuentran dentro de los rangos permisibles establecidos por la norma vigente TULSMA, teniendo en cuenta el muestreo en un lapso de 24 horas, por la cual no hay afectación al recurso aire, cabe recalcar que al pasar los años la acumulación de contaminantes puede ocasionar daños irreversibles al medio ambiente y a la salud de las personas, por lo cual la presente investigación es una de las principales aportaciones, puesto que presenta datos reales sobre la calidad del aire, ya que permite conocer la realidad actual del recurso aire del sector de estudio, de esta manera contribuir con el cuidado del medio ambiente.

### SOCIAL

Con los resultados obtenidos del monitoreo del sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama de los principales contaminantes, Material Particulado  $PM_{10}$ , se obtuvo un valor de  $35 \mu g/m^3$  y  $15 \mu g/m^3$ ,  $PM_{2.5}$  las mediciones son  $16 \mu g/m^3$  y  $14 \mu g/m^3$ , (CO) los valores son  $1304 \mu g/m^3$  y  $878 \mu g/m^3$ , dióxido de azufre ( $SO_2$ ) se obtuvo  $26 \mu g/m^3$  y  $26 \mu g/m^3$ , dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) las medidas fueron  $19 \mu g/m^3$  y  $19 \mu g/m^3$ , ozono ( $O_3$ ) dando los siguientes resultados  $34 \mu g/m^3$  y  $46 \mu g/m^3$ , con los resultados obtenidos se estable que están dentro de los máximos permisibles por la cual, el uso inadecuado de los recursos ambientales, ya que a largo plazo la vida útil de los recursos naturales se verá gravemente comprometida; es así que es un llamado a la sociedad en particular a las autoridades competentes a sensibilizarse con el cuidado del medio ambiente, estableciendo planes integrales a favor del cuidado de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la población del sector y de la parroquia.

**13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:**

<b>PRESUPUESTOS</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Recursos humanos				
<b>Tutor</b>				
<b>Estudiante</b>				
Recurso Material				
Libreta de campo	<b>1</b>	libreta	1,5	<b>1,5</b>
Lápiz	<b>1</b>		<b>0,75</b>	<b>0,75</b>
Esfero	<b>1</b>		<b>0,75</b>	<b>0,75</b>
GPS	1	2 mediciones de campo (10 horas)	3	30
Cámara fotográfica	1	3 mediciones de campo(15 horas)	1,5	22,5
Análisis de Laboratorio	2	2 mediciones de campo	800	1600
Empastado del Proyecto	2		15	30
Recursos Tecnológicos				
Internet	150 horas	150 horas	0.60	90
Copiadora	1	150 hojas	0,2	18,45
OTROS	1	Transporte	15	15
	1	Alimentación	20	20
	1	Gastos Varios	20	20
<b>Subtotal</b>				<b>1848,95</b>
IMPREVISTOS 10%				<b>184.89</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>2033.84</b>

**Elaboración por:** Gabriela Llano

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- La georreferenciación permitió delimitar el área de estudio facilitando la ubicación de los puntos de muestreo, con ello viabilizó la investigación identificando los puntos estratégicos de mayor influencia de contaminantes atmosféricos.
- Al analizar los principales parámetros de calidad de aire, mediante un monitoreo en campo mismo que se realizó en la zona productora de brócoli que está ubicado al sur-oeste de la parroquia Guaytacama mismos que se compararon con la normativa vigente TULSMA Libro VI Anexo 4, de la Tabla 2, por la cual se consideró que está por debajo de los máximos permisibles.
- Mediante el monitoreo de campo se obtuvo los siguientes resultados: Material Particulado  $PM_{10}$ , se obtuvo un valor de  $35 \mu g/m^3$  y  $15 \mu g/m^3$ ,  $PM_{2.5}$ , las mediciones son  $16 \mu g/m^3$  y  $14 \mu g/m^3$ , (CO) los valores son  $1304 \mu g/m^3$  y  $878 \mu g/m^3$ , dióxido de azufre ( $SO_2$ ) se obtuvo  $26 \mu g/m^3$  y  $26 \mu g/m^3$ , dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) las medidas fueron  $19 \mu g/m^3$  y  $19 \mu g/m^3$ , ozono ( $O_3$ ) dando los siguientes resultados  $34 \mu g/m^3$  y  $46 \mu g/m^3$ , con los resultados obtenidos se concluye, que están dentro de los máximos permisibles conforme lo establece la normativa vigente en comparación a mediciones en un lapso de 24 horas, caso contrario si el análisis se considera anualmente, y los valores se mantienen en las mismas condiciones, entonces si excederán los valores permisibles.

### RECOMENDACIONES

- Establecer medidas estratégicas para reducir la contaminación a la atmosfera y las afectaciones al ser humano por las actividades de producción de brócoli, que está ubicado en el sector sur-oeste de la parroquia Guaytacama, una alternativa sería la elaboración de una normativa que sea amigable con este tipo de lugares rurales vulnerables a la contaminación.
- Establecer un completo análisis de los recursos naturales de la zona de estudio, que influye en la producción de brócoli, para de esa forma establecer un plan de mejora integral para el cuidado del medio ambiente del sector.
- Realizar el control de la actividad productiva en la parroquia Guaytacama, por parte de las autoridades competentes, del mismo modo concienciar a los moradores del sector, a cerca del cuidado del medio ambiente, para prevenir daños irreversibles a largo plazo.

## 15. BIBLIOGRAFÍA:

- (INEC-2010). (2010). *Instituto Nacional Estadística y Censo*. Obtenido de ecuaorencifras: <https://www.ecuaorencifras.gob.ec/category/comunicamos/noticias/>
- Acuerdo Ministerial 097 MAE. (04 de Noviembre de 2015). *Ambiente*. Obtenido de Reforma de Texto Unificado Legislación Secundarias medio ambiental: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>
- Acuerdo Ministerial 097-A. (04 de Noviembre de 2015). *097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Recuperado el 14 de 01 de 2020, de NORMA ECUATORIANA DE CALIDAD DEL AIRE.
- Asamblea Nacional Republica del Ecuador. (7 de Mayo de 2011). *Costitución de la Republica del Ecuador*. Obtenido de Asambleanacional: [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_d\\_e\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_d_e_bolsillo.pdf)
- Barahona, L. A. (27 de JUNIO de 2011). *Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo*. Recuperado el 13 de Enero de 2020, de dspace: <http://dSPACE.utb.edu.ec/bitstream/49000/130/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000035.pdf>
- Faccioli, C. (2018). *La Protección de Calidad de Aire Especial Referencia a la Actuación Local*. España: Universitat Rovira I Virgili. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=vWjKDwAAQBAJ&pg=PA20&dq=CONTAMINANTES+PRIMARIOS+DE+CALIDAD+DEL+AIRE+2018&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiF2LK2oMvnAhVQvFkKHQbZCDQQ6AEIUjAF#v=onepage&q=CONTAMINANTES%20PRIMARIOS%20DE%20CALIDAD%20DEL%20AIRE%202018&f=false>
- Figueruelo, Alejano, Juan E., and Dávila Martín Marino. (2012). *Química física del ambiente y de los procesos medioambientales*. Barcelona, España: EDITORIAL REVERTÉ, S.A. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=3429833&query=Trop%C3%B3sfera>

- Hart, D. (11 de 02 de 208). *Met One Instrumets Inc.* Recuperado el 13 de 11 de 2019, de Equipcoservices: [http://www.equipcoservices.com/pdf/manuals/met\\_one\\_e-bam.pdf](http://www.equipcoservices.com/pdf/manuals/met_one_e-bam.pdf)
- INEC-. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos.* Obtenido de ecuadorencifras: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/category/comunicamos/noticias/>
- Jesús, M. P. (2005). *La Atmosferica Materia y Radiación.* Madrid: Equipo Sirius, S. A. Recuperado el 27 de 01 de 2019
- Jorquera, G. H. (2015). *Introducción a la Contaminación Atmosfera.* Chile: Univercidad Católica de Chile.
- Martínez, V. L. (2015). *Asalariados rurales en territorios del agronegocio: flores y brócoli en Cotopaxi.* Quito, Ecuador: FLACSO Ecuador. Recuperado el 14 de 02 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=5103173&query=agricultura+de+brocoli>
- Moraleda, B. L. (20 de febrero de 2018). *Ciencia Aplicada II.* España: Editex.S.A. Recuperado el 18 de 12 de 2019, de <https://books.google.com.ec/books?id=NYmXDwAAQBAJ&pg=PA36&dq=contaminacion+del+aire+2019&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiy4PXLm8vnAhVkx1kKHeT-BTcQ6AEIMTAB#v=onepage&q=contaminacion%20del%20aire%202019&f=false>
- Moreno, M. A. (2010). *El Hombre y el Medio Ambiente* (978-87-7800-162-0 ed.). Salamaca, España: Univerddidad de Salamaca. Recuperado el 27 de 01 de 2019
- Ngiler. (11 de 04 de 2012). *LIBRO VI ANEXO 4.* Recuperado el 15 de 11 de 2019, de extwprlegs1: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf>
- OMS. (2 de Mayo de 218). *news-room.* Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Peñaloza, M. (2006). *Ilustrando el recalentamiento global terrestre: introducción básica al "efecto invernadero" por contaminación antropogénica del aire.* San Cristobal, Venezuela: Univercidad de Losande. Recuperado el 27 de 01 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=3168527&query=contaminacion+de+aire>



- Pérez, O. Y. (2011). *Modelación de la calidad del aire en el campus de la CUJAE empleando el modelo ENVI-met 3.1*. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Recuperado el 30 de 01 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=3203609&query=material+particulado>
- Romero Placeres, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de. *SciELO*, 8. Recuperado el 03 de 02 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>
- S&P. (9 de Octubre de 2017). *blog*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2019, de Efectos de la Contaminacion Atmosferico en la Salud de las Personas : <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/conoce-efectos-contaminacion-aire/>
- Salazar, N. J. (2013). *Operaciones auxiliares de abonado y aplicación de tratamientos en cultivos agrícolas (UF0161)* (Primera ed.). Málaga, España: IC Editorial. Recuperado el 14 de 02 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=4184100&query=fertilizantes+agricolas>
- Sbarato, D. a. (2009). *Contaminación del Aire*. Argentina, Buenos Aires : Encuentro Grupo . Recuperado el 03 de 02 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=3192312&query=contaminacion+del+aire+>
- SODENA. (04 de Abril de 2016). *Accion Ecoligica*. Recuperado el 13 de Enero de 2020, de accionecologica: <http://www.accionecologica.org/libre-comercio/el-lobo-disfrazado-de-oveja/1903-2016-04-04-16-02-40>
- Sola, X. G. (2012). *Calida de Aire*. Enciclopedia de la OIT. Recuperado el 27 de 01 de 2019
- THERMO SCIENTIFIC. (02 de Febrero de 2013). *Thermo Scientific Model 43i sulfur dioxide Analyzer*. Obtenido de thermofisher: <http://tools.thermofisher.com/content/sfs/brochures/D19736~.pdf>
- TULSMA. (2015). *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*. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf>

US EPA. (4 de 06 de 2018). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos*. Recuperado el 14 de 02 de 2019, de Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés): <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>

Villarrubia, M. (2004). *Energía Eólica Alternativas del Medio Ambiente*. Barcelona, España: Planeta Deayostini Profesional y Formación S.L. Recuperado el 27 de 01 de 2019

Waquier, J. P. (2004). *El Refino de Petróleo Crudo Productos Petrolíferos*. Madrid: Fundación Repsal YPE. Recuperado el 27 de 01 de 2019

Xavier Querol, d. M. (2012). *Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de calidad de aire*. Madrid, España: CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Recuperado el 27 de 01 de 2019, de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=3202560&ppg=1&query=calidad%20de%20aire>

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente 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 la señorita egresada **GABRIELA KARINA LLANO TUTILLO**, de la **CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA PRODUCTORA DE BRÓCOLI, (BRASSICA OLERACEA), DEL SECTOR SUROESTE DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL PERIODO 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 a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 12 de febrero del 2020

Atentamente,



**Lic. Marcelo Pacheco Pruna**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502617350**

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: Hoja de vida del Tutor de Investigación

### HOJA DE VIDA

#### 1. DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Chasi Vizuetete

**NOMBRES:** Wilman Paolo

**CEDULA DE IDENTIDAD:** 050240972-5

**FECHA DE NACIMIENTO:** 05 de Agosto de 1979

**ESTADO CIVIL:** Casado

**DOMICILIO:** Parroquia Guaytacama (Barrio Centro, Calle Sucre)

**CELULAR:**0984203033

**E-MAIL:** [paolochv@yahoo.com.mx](mailto:paolochv@yahoo.com.mx) / [wilman.chasi@utc.edu.ec](mailto:wilman.chasi@utc.edu.ec)



#### 2. FORMACIÓN ACADÉMICA

**ESTUDIOS PRIMARIOS:** Escuela “Simón Bolívar”

**ESTUDIOS SECUNDARIOS:** Instituto Tecnológico “Vicente León”.

**Título de Bachiller:** Bachiller en Ciencias Físico Matemáticas

**ESTUDIOS SUPERIORES:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Título de Tercer nivel:** Ingeniero Agrónomo

**INSTRUCCIÓN SUPERIOR:** Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE.

**Título de Cuarto nivel:** Ingeniero Agrónomo Magister en Agricultura Sostenible

#### 3. EXPERIENCIA LABORAL

##### 3.1. Experiencia Profesional

- Asistente Técnico Nutrición y Fertilización SIERRAFLORES Cia. Ltda
- Jefe de Finca FLORICESA Florícolas del Centro S.A

##### 3.2. Experiencia en Docencia universitaria

- Docente Ocasional Tiempo Completo. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

##### 3.2.1 Experiencia profesional en el campo del conocimiento.

- Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Carrera de Ingeniería Agronómica, Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería Ambiental. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- Dirección de proyectos de vinculación. Dirección de Vinculación con la Sociedad. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

### **3.3. Experiencia en funciones de gestión académica**

- Comisionado de Vinculación social de La Carrera de Ingeniería ambiental. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Periodo Octubre 2016 – hasta la actualidad

## **4. CURSOS DE CAPACITACIÓN PROFESIONAL**

<b>N.-</b>	<b>NOMBRES: CAPACITACIÓN / PERFECCIONAMIENTO</b>	<b>NOMBRE CAPACITADOR / INSTITUCIÓN</b>	<b>AÑO</b>
1	Seminario Manejo y Conservación de Suelos	Universidad Técnica de Cotopaxi	2014
2	II Simposio de Fisiología Vegetal	Colegio de Ciencias e Ingeniería y el Departamento de Ingeniería en Agroempresas de la Universidad San Francisco de Quito	2014
3	Taller de Calidad Ambiental del Agua y Meteorología GADPC - INAMHI	Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotopaxi La dirección de Gestión Ambiental y El INAMHI	2015
4	Diseño Experimental	Dirección de Investigación -UTC	2015
	Sistemas de Información Geográfica SIG VIRTUAL	Dirección de Investigación -UTC	2015
5	Curso de Agricultura Orgánica	Lamierdadevaca.com	2016
6	Congreso Internacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Un Nuevo Reto	Universidad Técnica de Cotopaxi CECATERE	2017

	Para la conservación Ambiental		
7	Congreso Internacional en Producción Agropecuaria	Universidad Técnica de Ambato	2017
8	Los Recursos Hídricos de la Provincia de Cotopaxi	Universidad Técnica de Cotopaxi	2018

### 5. CURSOS DE CAPACITACIÓN PERFECCIONAMIENTO DOCENTE

N.-	NOMBRES: CAPACITACIÓN / PERFECCIONAMIENTO	NOMBRE CAPACITADOR / INSTITUCIÓN	AÑO
1	I Seminario Regional “Perspectivas de la Universidad Ecuatoriana”	Universidad Técnica de Cotopaxi	2014
2	Taller de transparencia, Participación Ciudadana, Control Social y Lucha Contra la Corrupción	Función de Transparencia y Control Social	2014
3	Seminario de Difusión y Socialización de Políticas Públicas para GADs Parroquiales	Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi CONAGOPARE- COTOPAXI	2014
4	Gestión Pública, Desarrollo Local y Descentralizada :”Conocimiento en la practica el caso de la Ciudad Curitiba”	Misión Técnica Internacional de Capacitación	2015

5	I Encuentro de Educación Intercultural Bilingüe	Universidad Técnica de Cotopaxi	2015
6	Seminario Educación Superior Agropecuaria y Recursos Naturales	Universidad Técnica de Cotopaxi	2016
7	Seminario Internacional de Educación Inicial “Primeros pasos para un aprendizaje de calidad”	Universidad Técnica de Cotopaxi	2016
8	Capacitación de la Actualización de Docentes CAREN	Universidad Técnica de Cotopaxi	2017

## 6. SEMINARIOS DICTADOS

N.º	Descripción	Institución	Año	Duración en Horas
1	Regeneración Y Conservación De Suelos Agrícolas Para La Producción Sostenible De Alimentos	Universidad Técnica De Cotopaxi	2018	40

## 7. PROYECTOS REALIZADOS

**TIPO:** Vinculación

**TEMA:** Estrategias de sensibilización y conservación ambiental en sectores priorizados de la Provincia de Cotopaxi.

**ESTADO:** En ejecución

**TIPO:** Vinculación

**TEMA:** Restauración forestal con especies nativas en las comunidades y parroquias de la provincia de la provincia de Cotopaxi Estrategias de sensibilización y conservación ambiental en sectores priorizados de la provincia de Cotopaxi.

**ESTADO:** En ejecución



## 8. ARTÍCULOS PUBLICADOS PRODUCCIÓN CIENTÍFICA)

- **CONTEMPORARY RESEARCHS ON AGRICULTURAL PESTICIDES: CHALLENGES FOR THE FUTURE** Publicado en Avid Science Book (Pesticides) Chapter 3. **ISBN 978-93-86337-19-1**
- **MORFOLOGÍA, FENOLOGÍA, NUTRIENTES Y RENDIMIENTO DE SEIS ACCESIONES DE *Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pav (MASHUA)** Publicado en Tropical and Subtropical Agroecosystems, 21 N° 1 (2018) **ISSN :1870-0462**
- **EVALUACION DE ENMIENDAS ORGANICAS EN TRES CULTIVOS DE SISTEMAS AGRICOLAS URBANOS** Aceptado en Tropical and Subtropical Agroecosystems, 22 N° 1 (2019) **ISSN :1870-0462**
- **COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y COMPOSICIÓN QUIMICA DEL PASTO TANZANIA Y BRACHIARIA BRIZANTHA EN EL CAMPO EXPERIEMENTAL LA PLAYITA UTC – LA MANA** Publicado en libro de resúmenes del Congreso Internacional de Sociedad en Armonía con la Naturaleza, marzo del 26 al 28 del 2014. **ISBN 978-9942-932-12-9**

## 9. PONENCIAS

- **PONENCIA: Agroecología base fundamental para el fortalecimiento de un nuevo modelo alimentario**  
EVENTO: Seminario Internacional de Agroecología y soberanía Alimentaria 2014  
LUGAR: Universidad Técnica de Cotopaxi –Ecuador
- **PONENCIA: La Investigación agrícola en el Contexto Ecuatoriano**  
EVENTO: Segundas Jornadas Científicas 2015  
LUGAR: Universidad Técnica de Cotopaxi –Ecuador
- **PONENCIA: Agricultura urbana un nuevo paradigma para la Producción de alimentos**  
EVENTO: Misión Técnica Internacional De Capacitación Sobre Gestión Pública, Desarrollo Local y Descentralización 2015  
LUGAR: Ciudad de Curitiba. Paraná - Brasil
- **PONENCIA: Una Agricultura Diferente**  
EVENTO: Actualización de Conocimientos Docentes de la facultad CAREN 2017  
LUGAR: Universidad Técnica de Cotopaxi –Ecuador

- PONENCIA: Modelos agrícolas sostenibles y Regenerativos para la producción de alimentos y mitigación del Cambio climático

EVENTO: Congreso Internacional de Medio ambiente y Recursos Naturales 2017

LUGAR: Universidad Técnica de Cotopaxi –Ecuador

- PONENCIA: Evaluación de Enmiendas Orgánicas en tres cultivos de sistemas agrícolas Urbanos

EVENTO: I Congreso Internacional en Producción Agropecuaria

LUGAR: Universidad Técnica de Ambato – Ecuador

- PONENCIA: Evaluación de Enmiendas Orgánicas en tres cultivos de sistemas agrícolas Urbanos

EVENTO: Congreso Internacional de Investigación Científica UTC 2018

LUGAR: Universidad Técnica de Cotopaxi –Ecuador

## **10. REFERENCIAS PERSONALES**

- Doctor Franklin Tapia Defaz. RECTOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA.
- Doctor Robin Tapia Tapia. COMISARIO PROVINCIAL DE SALUD DE COTOPAXI.
- Licenciado Olmedo Iza SUBSECRETARIO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA DEL PASTAZA
- Doctor Edison Samaniego VICERECTOR ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

.....  
**WILMAN PAOLO CHASI VIZUETE**  
C.I. 050240972-5

**Anexos 2:** Hoja de vida del investigador

**HOJA DE VIDA**

**DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** Llano Tutillo  
**NOMBRES:** Gabriela Karina  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 0503697716  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 01 de Enero 1993  
**ESTADO CIVIL:** Soltera  
**DOMICILIO:** San Juan de Pastocalle  
**CELULAR:**0967211624  
**E-MAIL:** [gabriela.llano6@utc.edu.ec](mailto:gabriela.llano6@utc.edu.ec)



**FORMACIÓN ACADÉMICA**

**ESTUDIOS PRIMARIOS:** Escuela Manuel Mateo  
**ESTUDIOS SECUNDARIOS:** Colegio Dr. Julio Álvarez Crespo  
**Título de Bachiller:** Químico Biólogo  
**ESTUDIOS SUPERIORES:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
**Nivel en curso:** Noveno Semestre

**CURSOS REALIZADOS**

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE COTOPAXI**  
Capacitación a los sujetos de control en planes de manejo ambiental, planes de acción, planes de emergencia, informes de cumplimiento y auditorias en el cantón Latacunga, enfocado en la educación sobre los problemas de cambio climático”  
Duración: 8 Horas  
Fecha: 21 de Noviembre de 2018

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
I congreso binacional Ecuador-Perú “Agropecuaria, medio ambiente y turismo 2019”  
Duración: 40 Horas  
Fecha: 21 y 22 de Enero del 2019

.....  
**Llano Tutillo Gabriela Llano**  
**C.I. 050369771-6**

**Anexo 3.** Límites máximos permisibles para la Calidad del aire, Niveles de alerta, alarma y emergencia.)

CONTAMINANTE	LEGISLACIÓN
PM10	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 100 µg/m <sup>3</sup>
PM 2,5	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 50 µg/m <sup>3</sup>
NO2	La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder 200 µg/m <sup>3</sup> .
SO2	La concentración SO2 en 24 horas no deberá exceder 125 µg/m <sup>3</sup> .
CO	La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder 10 .000 µg/m <sup>3</sup> .
O3	La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de 100 µg/m <sup>3</sup> ,

**Fuente :** (Acuerdo Ministerial 097 MAE, 2015)

**Anexo 4.** Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

Contaminante y Período de Tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas (µg/m <sup>3</sup> )	15000	30000	40000
Ozono Concentración promedio en ocho horas (µg/m <sup>3</sup> )	200	400	600
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora (µg/m <sup>3</sup> )	1000	2000	3000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas (µg/m <sup>3</sup> )	200	1000	1800
Material particulado PM 10 Concentración en veinticuatro horas (µg/m <sup>3</sup> )	250	400	500
Material Particulado PM 2.5 Concentración en veinticuatro horas (µg/m <sup>3</sup> )	150	250	350

**Fuente:** (Acuerdo Ministerial 097-A, 2015)

**Anexo 5:** Georreferenciación de coordenadas del sur-oeste de la parroquia Guaytacama

**Punto 1:** Georreferenciación de coordenadas del primer punto



**Punto.2:** Georreferenciación de coordenadas del segundo punto



## Anexo 6: Instrucciones del manejo del equipo

### Intalacion de los equipos de material particulado



### Intruciones de la utilizacionde del equipo



## ANEXO 7: Monitoreo De La Calidad De Aire

### PUNTO 1: monitoreo del sector sur-oeste de la parroqui guaytacama



### PUNTO 2: monitoreo del sector sur-oeste de la parroqui guaytacama



**ANEXO 8**

**INFORME TÉCNICO DE CALIDAD DE AIRE**

**LABORATORIO**

**“AFH SERVICES CIA. LTDA”**



# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS PRODUCTORAS DE BROCOLI EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA

## INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE

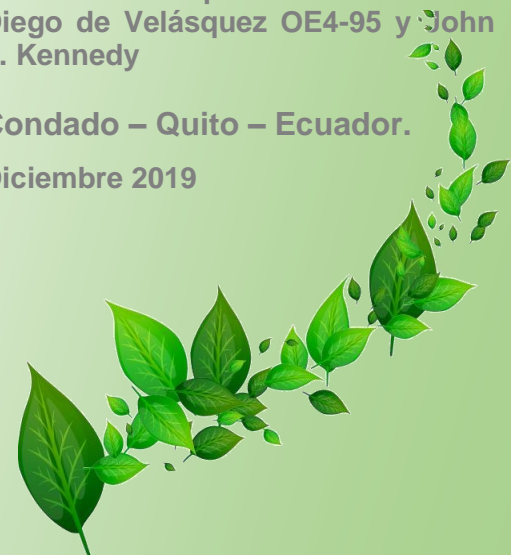


LABORATORIO  
AFH SERVICES CIA. LTDA.

Urbanización Cipreses II  
Diego de Velásquez OE4-95 y John  
F. Kennedy

Condado – Quito – Ecuador.

Diciembre 2019



---

## TABLA DE CONTENIDOS

1	INFORMACIÓN GENERAL.....	2
1.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL TITULAR.....	2
1.2	UBICACIÓN DEL ÁREA DE MONITOREO.....	2
1.3	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO .....	2
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3	DEFINICIONES.....	3
4	LEGISLACIÓN APLICABLE .....	5
5	ALCANCE.....	6
6	JUSTIFICACIÓN .....	6
7	MARCO TEÓRICO DEL MONITOREO .....	7
7.1	DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	7
7.2	CONTROL DE CALIDAD.....	7
7.3	PROCEDIMIENTOS.....	7
7.4	CORRECCIONES APLICABLES.....	8
8	PERSONAL TÉCNICO QUE EJECUTO EL MONITOREO .....	8
9	METODOLOGÍA.....	8
9.1	METODOLOGÍAS DE MUESTREO ESTÁNDAR.....	8
10	REPORTE DE RESULTADOS.....	10
11	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	11
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	11
13	CONDICIONES METEOROLOGICAS .....	12
14	INFORME ISO CALIDAD DE AIRE AMBIENTE.....	15
15	BIBLIOGRAFÍA.....	17
16	ANEXOS .....	18
16.1	DATOS DE CAMPO.....	18
16.2	CERTIFICADO DEL SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO.....	20
16.3	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN .....	24
16.5	ANEXO FOTOGRÁFICO.....	38

## INTRODUCCION

El Laboratorio AMBIFORHEALTH SERVICES ejecuto el Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente en la provincia de Cotopaxi, para el proyecto “Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli en la parroquia Guaytacama” y determinar posibles niveles de contaminación producidos por la producción de brocoli en las distintas áreas monitoreadas.

La composición gaseosa comúnmente presente en el aire ambiente contiene entre otros contaminantes: Material particulado (PM10 y PM2.5), SO2, CO, NOx, O3 y partículas sedimentables (TSP). Cada contaminante es monitoreado y comparados sus resultados con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa de Calidad de Aire Ambiente, publicado en el Registro Oficial N° 387 del 4 de noviembre de 2015, Acuerdo Ministerial 097-A del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

El monitoreo fue realizado del 06 al 08 de diciembre de 2019 para los parámetros: Material particulado (PM10 y PM2.5), SO2, CO, NOx, O3, de acuerdo a los procedimientos y metodología que se señala en el AM 097-A del MAE.

El Laboratorio AFH, cuenta con la acreditación ISO 17025 otorgada por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (OAE LE 2C 05-009 <http://www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/01/OAE-LE-2C-05-009.pdf>) para la realización de mediciones de Calidad de Aire Ambiente bajo el método interno AFHPE15 Procedimiento de Medición de Calidad de Aire Ambiente.

# 1 INFORMACIÓN GENERAL

## 1.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL TITULAR

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS PRODUCTORAS DE BROCOLI EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA

## 1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE MONITOREO

Parroquia Guaytacama, provincia de Cotopaxi.

## 1.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

La ubicación de los puntos de monitoreo se detalla en la Tabla 1-1.

**TABLA 1-1: COORDENADAS PUNTO CALIDAD DE AIRE SISTEMA GEOGRAFICO UTM- WGS84**

TIPO DE MONITOREO	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	SUR	m.s.n.m.
Calidad de aire ambiente	P1. Barrio Yanashpa	762430	9906507	2910
Calidad de aire ambiente	P2. Barrio Cevallos	762633	9907904	2896

Fuente: AFH Services, diciembre 2019  
Elaborado por: AFH Services, diciembre 2019



Fuente: Google Earth, imágenes 2019  
Elaborado por: AFH Services, diciembre 2019

---

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

El presente monitoreo está encaminado a verificar el cumplimiento de la calidad del aire ambiente de las áreas donde se desarrolla la producción de brocoli en la parroquia Guaytacama, respecto a los Límites Máximos Permisibles de la Legislación Ambiental Vigente.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Entre los objetivos específicos tenemos:

- Obtener resultados de la Calidad de Aire Ambiente, para compararlos con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A del MAE.
- Reportar resultados que permitan realizar una evaluación del aire ambiente respirable protegiendo así la salud de las personas y establecer acciones correctivas en caso de evidenciar incumplimientos en las locaciones evaluadas.

## **3<sup>1</sup> DEFINICIONES**

### **3.1 AIRE**

También denominado “aire ambiente”, cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como la mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, 20% de oxígeno, 79% nitrógeno y 1% dióxido de carbono, además de proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

### **3.2 CONCENTRACIÓN DE UNA SUSTANCIA EN EL AIRE**

Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en el cual está contenida.

### **3.3 CONTAMINANTE DEL AIRE**

Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

### **3.4 CONTAMINANTES CRITERIO DEL AIRE**

Cualquier contaminante del aire para los cuales, en la norma aplicable, se especifica un valor máximo de concentración permitida a nivel de suelo en el aire ambiente, y por lo tanto afecta a los receptores ya sean personas, animales, vegetación o materiales para diferentes períodos de tiempo.

---

<sup>1</sup> Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 4

---

### **3.5 CONDICIONES DE REFERENCIA**

Veinticinco grados centígrados (25 °C) y setecientos sesenta milímetros de mercurio de presión (760 mm Hg).

### **3.6 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)**

Gas incoloro e irritante formado principalmente por la combustión de combustibles fósiles.

### **3.7 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)**

Gas de color pardo rojizo, altamente tóxico, que se forma debido a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas.

### **3.8 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)**

Gas incoloro, inodoro y tóxico producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles.

### **3.9 OZONO (O<sub>3</sub>)**

Se produce cuando se mezcla con la luz solar, la cual reacciona a las sustancias químicas que producen los coches, las centrales eléctricas y las fábricas. Este es el motivo de que el ozono a nivel del suelo es uno de los principales componentes de la niebla tóxica (smog) de los núcleos poblacionales, tiende a alcanzar concentraciones más elevadas en los climas más soleados o cuando hace mucho calor y poco viento.

### **3.10 MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>)**

Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera. Se designa como PM<sub>2.5</sub> al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM<sub>10</sub> al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.

### **3.11 MÉTODOS DE REFERENCIA**

Métodos de medición con referencia a métodos aceptados por la EPA y que se consideran como obligatorios por el TULAS.

### **3.12 MONITOREO**

Es el proceso programado de coleccionar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.

### **3.13 NORMA DE CALIDAD DE AIRE**

Es el valor que establece el límite máximo permisible de concentración, a nivel de suelo, de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. Los límites permisibles descritos en esta norma de calidad de aire ambiente se aplicarán para aquellas concentraciones de contaminantes que se determinen fuera de los límites del predio de los sujetos de control o regulados.

### 3.14 US EPA

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.

### 3.15 VIENTO CORRIENTE ARRIBA

Viento portador de contaminantes atmosféricos, que llega a un determinado sitio.

### 3.16 VIENTO CORRIENTE ABAJO

Es el viento que viene desde un sitio libre de contaminación y llega a un determinado sitio.

## 4 LEGISLACIÓN APLICABLE

Con el propósito de preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo.

La Normativa aplicada en Calidad de Aire para el Monitoreo, está referenciada al Acuerdo Ministerial 097-A del Ministerio del Ambiente del 4 de noviembre de 2015, Tabla 4-1.

**TABLA 4-1: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES**

CONTAMINANTE	LEGISLACIÓN
PM10	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 100 µg/m <sup>3</sup> .
PM 2,5	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 50 µg/m <sup>3</sup> .
NO2	La concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder 200 µg/m <sup>3</sup> .
SO2	La concentración SO2 en 24 horas no deberá exceder 125 µg/m <sup>3</sup> .
CO	La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder 10 .000 µg/m <sup>3</sup> .
O3	La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de (8) ocho horas, no deberá exceder de 100 µg/m <sup>3</sup> ,

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A MAE, noviembre de 2015

Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

## 5 ALCANCE

El alcance acreditado por el Organismo de Control Ecuatoriano (SAE) para el monitoreo de calidad de aire ambiente se resume en la Tabla 5-1.

**TABLA 5-1: ALCANCE DE ACREDITACIÓN EN MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

PARÁMETRO	ALCANCE	TÉCNICA DE ANÁLISIS
Monitoreo de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	0.0100 ppm – 0.5 ppm	USEPA EQSA- 0506-159 USEPA EQSA- 0486-060
Monitoreo de Óxidos de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	0.0100 ppm – 0.5 ppm	USEPA RFNA -0506-157 USEPA RFNA -1289-074
Monitoreo de Óxido de Nitrógeno NO	0.0100 ppm – 0.5 ppm	USEPA RFNA -0506-157 USEPA RFNA -1289-074
Monitoreo de Monóxido de Carbono (CO)	0.20 ppm – 10 ppm	USEPA RFCA -0506-158 USEPA RFCA -0981-054
Monitoreo de Material Particulado PM <sub>10</sub>	5 – 160 ug/m <sup>3</sup>	USEPA EQPM-0798-122
Monitoreo de Material Particulado PM <sub>2.5</sub>	5 – 70 ug/ m <sup>3</sup>	USEPA EQPM-0798-122
Monitoreo de Ozono en Ambiente (O <sub>3</sub> )	10 ppb – 70 ppb	USEPA EQOA - 0506-160 USEPA EQOA – 0880-047
Caracterización de Partículas Sedimentables	0.03 a 2.65 (mg/cm <sup>2</sup> x30 días)	AFHPE20 Método de Referencia Method 502 – Particle Fallout Container Measurement of Dustfall from the Atmosphere – Method of Air Sampling and Analysis – Third Edition – Intersociety Committee. - AFH SERVICES 1989 - Muestreo Estándar Method 2540C-D - Análisis en el Laboratorio

Fuente: AFH Services., diciembre 2019

Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

## 6 JUSTIFICACIÓN

Al sobrepasar las concentraciones máximas permisibles de los gases y partículas que comúnmente se encuentran dispersos en el aire ambiente debido a la operación de fuentes de combustión fijas o móviles de una empresa o industria, se producen consecuencias adversas para la salud humana y alteración del medio ambiente que en ciertos casos puede producirse lluvia ácida y en mayor escala calentamiento global. Por lo que es necesario tomar medidas para reducir la concentración de contaminantes en el aire mediante el monitoreo de Calidad de Aire cíclico donde existan fuentes emisoras de contaminación.



La definición e implementación de estrategias de prevención y control de las emisiones de partículas y gases permitirá contar con diagnósticos del ambiente y crear una cultura de auto cuidado y de corrección de problemas de contaminación atmosférica que pudieran llegar a presentarse y que afecten la salud y al ecosistema que nos rodea.

## 7 MARCO TEÓRICO DEL MONITOREO

### 7.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Los puntos de monitoreo se determinan tomando en cuenta el siguiente criterio:

- Según la normativa ambiental que consta en el Acuerdo Ministerial 097-A Artículo 2.22, establece que el monitoreo de calidad de aire se lo debe realizar en la parte externa del sujeto objeto en evaluación, tomando en cuenta la existencia de receptores sensibles (viviendas) que posiblemente se vean afectados por la emisión de contaminantes del predio en evaluación.
- Otro de los factores tomados en cuenta para la ubicación del lugar de monitoreo es la direccionalidad del viento a favor según la ubicación de las fuentes emisoras de contaminación.
- Los puntos de monitero fueron establecidos por parte del personal contratante del monitoreo.

### 7.2 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de los resultados obtenidos se realizará aplicando lo que se señala dentro del Procedimiento AFHPE15 en su punto 11.- Control de Calidad, que consta en el Anexo 5.3- Procedimiento de Medición del Laboratorio, entre las actividades contempladas, están:

- **Calibración de los equipos de monitoreo.** - Se realiza la calibración en el laboratorio utilizando MRC Certificado y Trazables NIST o EPA, así como el Generador de Aire Cero y Dilutor.
- **Equipos.** - Antes de empezar el monitoreo se realiza la Calibración en cero y Span utilizando MRC Certificado y Trazables NIST o EPA, así como el Generador de Aire Cero y Dilutor.
- **Respaldo de datos.** -Codificación adecuada de datos descargados de los equipos para permitir una rápida y correcta identificación de los archivos, así como el respaldo tanto en la computadora portátil, como en una memoria externa.
- **Personal Técnico Calificado.** - Para el manejo e instalación de equipos se tiene el personal calificado por el laboratorio para la realización del monitoreo.
- **Chequeo de equipos.** - Se realiza un chequeo de equipos antes de salir del laboratorio, así como un chequeo constante durante la realización del monitoreo de 24 horas, para identificar posibles señales de alarma de los equipos y tomar las acciones correctivas que apliquen.

### 7.3 PROCEDIMIENTOS

Para la realización del monitoreo de calidad de aire ambiente se aplica el procedimiento AFHPE15 PROCEDIMIENTO DE MEDICION DE CALIDAD DE AIRE del Laboratorio AFH Services.

## 7.4 CORRECCIONES APLICABLES

Los datos recolectados en campo están en condiciones de presión y temperatura de la localidad del monitoreo, para realizar la comparación respectiva con los límites máximos permitidos se deben llevar estos valores a Condiciones de Referencia esto es: a 25 °C de temperatura y 760 mmHg de presión.

Para esta corrección se aplica la siguiente ecuación:

Dónde: 
$$C_c = C_o * \frac{760\text{mmHg}}{P_{bl}} * \frac{(273.15 + t^{\circ}C)K}{298.15K}$$

*C<sub>c</sub>* = Concentración Corregida

*C<sub>o</sub>* = Concentración Observada

*P<sub>bl</sub>* = Presión Atmosférica Local

*T<sup>°</sup>C* = Temperatura Local

## 8 PERSONAL TÉCNICO QUE EJECUTO EL MONITOREO

- Ing. Danny Herrera – Gerente del Laboratorio
- Ing. Vinicio Tipantuña – Director Técnico
- Ing. Alvaro Acosta – Técnico de Campo

## 9 METODOLOGÍA

### 9.1 METODOLOGÍAS DE MUESTREO ESTÁNDAR






Para garantizar la fiabilidad de los resultados es requisito del monitoreo de Calidad de Aire provenientes de fuentes emisoras de contaminación, mediante una metodología estándar que permita la posterior interpretación de resultados, comparación de monitoreos futuros y aceptación por parte de los Organismos responsables de la gestión ambiental.

Los procedimientos y referencias utilizados en el presente monitoreo son:

- Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2018 Requisitos Generales para la Competencia de los laboratorios de Ensayo y Calibración.
- Procedimiento Técnico Interno del Laboratorio AFHPE15 para Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente.
- Registro Oficial N387, Acuerdo N097-A del Ministerio del Ambiente, publicado el 04 de noviembre de 2015.

La descripción de los equipos utilizados, el método de análisis y el método de detección se detallan en la Tabla 9-1.

**TABLA 9-1: DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS**

EQUIPO	PARÁMETRO TÉCNICA DE ANÁLISIS	MÉTODO	RESOLUCIÓN
E-BAM Mass Monitor Met One Instruments 	Material Particulado PM <sub>10</sub> Beta Atenuación	AFHPE15 –USEPA EQPM 0798-122	1 ug
	Material Particulado PM <sub>2,5</sub> Beta Atenuación		1 ug
THERMO 43 i 	SO <sub>2</sub> Fluorescencia	AFHPE15 – USEPA EQSA -0486-060	0,0001 ppm
THERMO 48 i 	CO Absorción de Energía Infrarroja	AFHPE15 – USEPA RFCA -0981-054	0,001 ppm
THERMO 42 i 	NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> Quimiluminiscencia	AFHPE15 – USEPA RFNA 1289-074	0,0001 ppm
Thermo 49 i 	Ozono O <sub>3</sub> Absorción Ultravioleta	AFHPE15 – USEPA EQOA -0880-047	0,0001 ppm

Fuente: AFH Services., diciembre 2019  
Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

## 10 REPORTE DE RESULTADOS

Se reporta en la siguiente tabla el valor promedio de datos recolectados durante el monitoreo continuo de 24 horas para los parámetros de PM10 - PM 2.5 y SO<sub>2</sub>, 8 horas para los parámetros de CO y O<sub>3</sub> y de 1 hora para el parámetro de NO<sub>2</sub>. Los límites máximos permisibles de comparación de la Tabla son los que se señalan en el Art. 4.1.2 del Acuerdo Ministerial 097-A del Ministerio del Ambiente publicado en el Registro Oficial N. 387 el 4 de noviembre del 2015, los mismos que son descritos en el punto 4 (LEGISLACION APLICABLE) del presente documento.

Así mismo la descripción de los horarios específicos de monitoreo de cada parámetro analizado se lo describe detalladamente en el Anexo 16.1 (DATOS DE CAMPO).

Dentro del casillero Cumplimiento se describe la comparación del valor resultante corregido, respecto a la Normativa Nacional Aplicable.

### 10.1 RESULTADOS COMPARADOS CON EL LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE

Nombre de la Empresa:		Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli					
Punto de Monitoreo:		P1. Barrio Yanashpa - Guaytacama.					
Periodo / Fecha de Monitoreo		Desde:	6 de diciembre de 2019	Hasta:	7 de diciembre de 2019		
Nombre del Laboratorio responsable		AFH SERVICES					
Parámetros		CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
RESUMEN DE DATOS DE CAMPO	Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )
	Valor obtenido	1,14	0,0021	0,0049	0,0171	27	12
Valor resultante corregido o con Límite de Cuantificación del Laboratorio, (ug/m <sup>3</sup> )		<b>1304</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>16</b>
Límites Máximos Permisibles (ug/m <sup>3</sup> )		<b>10.000</b>	<b>200</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>50</b>
Art. 4.1.2. Acuerdo Ministerial 097A del Ministerio del Ambiente. Reg. Oficial Especial N. 387 - 4 de Noviembre de 2015		La concentración de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder los 10.000 ug/m <sup>3</sup>	La concentración máxima en (1) hora no deberá exceder de 200 ug/m <sup>3</sup>	La concentración de SO <sub>2</sub> en 24 horas no deberá exceder los 125 ug/m <sup>3</sup>	La máxima concentración obtenida en un período de 8 Horas no deberá exceder los 100 ug/m <sup>3</sup>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de 100 ug/m <sup>3</sup>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de 50 ug/m <sup>3</sup>
Cumplimiento		<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>

Nombre de la Empresa:		Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli					
Punto de Monitoreo:		P2. Barrio Cevallos - Guaytacama.					
Periodo / Fecha de Monitoreo		Desde:	7 de diciembre de 2019	Hasta:	8 de diciembre de 2019		
Nombre del Laboratorio responsable		AFH SERVICES					
Parámetros		CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
RESUMEN DE DATOS DE CAMPO	Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )
	Valor obtenido	0,77	0,0021	0,0056	0,0232	11	10
Valor resultante corregido o con Límite de Cuantificación del Laboratorio, (ug/m <sup>3</sup> )		<b>878</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>46</b>	<b>15</b>	<b>14</b>
Límites Máximos Permisibles (ug/m <sup>3</sup> )		<b>10.000</b>	<b>200</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>50</b>
Art. 4.1.2. Acuerdo Ministerial 097A del Ministerio del Ambiente. Reg. Oficial Especial N. 387 - 4 de Noviembre de 2015		La concentración de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder los 10.000 ug/m <sup>3</sup>	La concentración máxima en (1) hora no deberá exceder de 200 ug/m <sup>3</sup>	La concentración de SO <sub>2</sub> en 24 horas no deberá exceder los 125 ug/m <sup>3</sup>	La máxima concentración obtenida en un período de 8 Horas no deberá exceder los 100 ug/m <sup>3</sup>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de 100 ug/m <sup>3</sup>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder de 50 ug/m <sup>3</sup>
Cumplimiento		<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>	<b>si cumple</b>

Fuente: AFH Services., diciembre 2019

Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

## 11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos corresponden al día y hora en que se realizó el monitoreo, dependiendo de las condiciones meteorológicas que se presenten durante la ejecución del monitoreo.

Cuando el resultado es menor o mayor al rango de acreditación del laboratorio, la incertidumbre de medida no puede ser declarada de acuerdo a lo que se señala en el PL02 – R02 Política para la Estimación de Incertidumbre de la medición, del Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE. Así mismo, dentro del punto 7.8.3.1 en su literal c) de la Norma ISO 17025: 2017, señala que cuando sea aplicable se debe anexar una declaración sobre la incertidumbre de medición estimada y que la incertidumbre es necesaria en los informes de ensayo cuando sea pertinente para la validez o aplicación de los resultados de los ensayos, cuando así lo requieran las instrucciones del cliente, o cuando la incertidumbre afecte al cumplimiento con los límites de una especificación; de ahí que el presente monitoreo tiene como finalidad evidenciar el cumplimiento con el marco normativo legal, y al estar algunos valores aún por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, el valor de la incertidumbre de medida expresado no influye en el cumplimiento o no con los límites a los cuales hacemos referencia para el presente informe.

## 12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Analizando la Tabla 10-1, observamos que no se supera las concentraciones máximas en todos los parámetros analizados de gases, PM10 y PM2.5 en los puntos monitoreados. Los resultados presentados en la tabla, corresponden a los valores reales de monitoreo, en algunos casos estos valores se ubican por debajo del límite de cuantificación del laboratorio, eso no quiere decir que los valores son irreales, sino que se los declara debajo del rango de trabajo y su corrección se realiza con el límite de cuantificación del laboratorio para determinar el cumplimiento respecto al LMP.
- De los resultados obtenidos se concluye que la calidad del aire con respecto a contaminantes criterio como son: CO, NO2, O3, SO2, PM10 y PM2.5, tienen concentraciones normales que garantizan un aire que cumple con lo establecido en la normativa ambiental.
- Cabe señalar que el monitoreo es puntual (durante 24 horas de monitoreo) y sus resultados se comparan con los Límites establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A del MAE, que señalan valores Máximos Permisibles para el monitoreo de acuerdo a lo señalado en la Tabla 2.3, así mismo corresponde a las condiciones de trabajo del área en estudio, específicamente en los días y horas señaladas en el punto monitoreado.
- Debido a la ubicación de la Estación de Monitoreo sugerido en el Acuerdo Ministerial 097-A, en donde señala que el muestreo se lo debe realizar en los exteriores del predio en estudio, puede haber interferencias externas en las concentraciones resultantes de gases y partículas, las cuales pueden provenir de trabajos propios de cada sector y del movimiento vehicular externo por las vías cercanas a los puntos evaluados.

## 13 CONDICIONES METEOROLOGICAS

### 13.1 TABULACIÓN DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS

TABLA 13-1: CONDICIONES METEOROLOGICAS

P1. Barrio Yanashpa - Guaytacama.							
Fecha	Hora	Temperatura, °C	Humedad Relativa, %	Punto de Rocío, °C	Velocidad del viento, m/s	Dirección	Pluviosidad, mm
6/12/2019	11:00	14,9	73	10,6	1,8	SSW	0,00
6/12/2019	12:00	15,4	69	10,1	1,8	SE	0,00
6/12/2019	13:00	15,8	69	11,3	1,8	SE	0,00
6/12/2019	14:00	15,9	74	11,3	2,2	SE	0,00
6/12/2019	15:00	13,6	81	10,4	2,7	NNE	0,00
6/12/2019	16:00	12,2	90	10,9	1,3	E	1,78
6/12/2019	17:00	12,4	88	10,9	0,9	SSW	0,00
6/12/2019	18:00	12,7	87	10,6	0,9	ENE	0,00
6/12/2019	19:00	11,8	91	10,4	0,0	---	0,00
6/12/2019	20:00	11,7	88	10,0	0,0	---	0,00
6/12/2019	21:00	11,2	93	10,2	0,4	NE	0,00
6/12/2019	22:00	11,3	94	10,5	0,0	ESE	0,25
6/12/2019	23:00	10,1	94	9,2	0,9	ENE	3,30
7/12/2019	0:00	9,9	95	9,2	0,0	---	0,00
7/12/2019	1:00	9,4	96	8,8	0,0	---	0,00
7/12/2019	2:00	9,1	97	8,8	0,0	---	0,00
7/12/2019	3:00	8,6	97	8,2	0,0	---	0,00
7/12/2019	4:00	8,6	97	8,3	0,0	---	0,00
7/12/2019	5:00	8,7	98	8,9	0,0	---	0,25
7/12/2019	6:00	8,4	97	8,1	0,9	ENE	0,00
7/12/2019	7:00	8,2	94	7,3	0,4	NNW	0,00
7/12/2019	8:00	7,8	89	9,0	0,4	NE	0,00
7/12/2019	9:00	10,8	79	10,5	0,4	NNE	0,00
7/12/2019	10:00	13,9	76	10,6	0,4	E	0,00
<b>PROMEDIO</b>		<b>11,4</b>	<b>87,8</b>	<b>9,8</b>	<b>0,7</b>	<b>NE</b>	<b>0,23</b>

Fuente: AFH Services., diciembre 2019  
 Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

P2. Barrio Cevallos - Guaytacama.							
Fecha	Hora	Temperatura, °C	Humedad Relativa, %	Punto de Rocío, °C	Velocidad del viento, m/s	Dirección	Pluviosidad, mm
7/12/2019	12:00	17,7	60	9,9	0,9	SSE	0,00
7/12/2019	13:00	17,2	64	10,5	1,3	ENE	0,00
7/12/2019	14:00	17,3	62	10,0	1,3	ENE	0,00
7/12/2019	15:00	16,3	66	10,0	2,2	N	0,00
7/12/2019	16:00	16,4	65	11,0	2,2	N	0,00
7/12/2019	17:00	14,9	74	10,3	2,7	W	0,00
7/12/2019	18:00	13,8	81	10,6	2,2	W	0,00
7/12/2019	19:00	13,3	77	9,4	1,3	NW	0,00
7/12/2019	20:00	13,1	75	8,8	1,3	WNW	0,00
7/12/2019	21:00	12,2	80	8,9	0,9	NNW	0,00
7/12/2019	22:00	11,7	79	8,5	0,9	N	0,00
7/12/2019	23:00	11,1	88	9,1	0,4	N	0,00
8/12/2019	0:00	10,8	85	8,7	0,4	NNE	0,00
8/12/2019	1:00	10,8	88	8,9	0,4	NNE	0,00
8/12/2019	2:00	10,4	89	8,7	0,0	---	0,00
8/12/2019	3:00	10,4	89	8,8	0,0	---	0,00
8/12/2019	4:00	10,4	89	8,7	0,0	---	0,00
8/12/2019	5:00	10,4	90	8,8	0,4	NE	0,00
8/12/2019	6:00	10,3	89	8,8	0,4	NNE	0,00
8/12/2019	7:00	10,4	89	8,8	0,4	N	0,00
8/12/2019	8:00	10,6	77	9,8	0,4	NE	0,00
8/12/2019	9:00	13,8	70	9,9	0,9	ENE	0,00
8/12/2019	10:00	15,3	65	10,3	1,3	ESE	0,00
8/12/2019	11:00	16,7	58	9,8	1,8	SE	0,00
<b>PROMEDIO</b>		<b>13,1</b>	<b>77,0</b>	<b>9,5</b>	<b>1,0</b>	<b>N</b>	<b>0,00</b>

Fuente: AFH Services., diciembre 2019  
 Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

## 13.2 FUENTES EMISORAS DE CONTAMINACIÓN



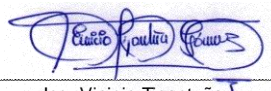
TABLA 13-1: FUENTES DE CONTAMINACIÓN OBSERVADAS




LOCACIÓN	FUENTES DE EMISION DE CONTAMINANTES OBSERVADAS
P1. Barrio Yanashpa	En el área de monitoreo no existen Fuentes Fijas de Combustión, se puede observar como fuentes emisoras de contaminación la circulación vehicular externa por las vías cercanas al punto de monitoreo, además de actividades de fumigación de plantaciones de brocoli.
P2. Barrio Cevallos	En el área de monitoreo no existen Fuentes Fijas de Combustión, se puede observar como fuentes emisoras de contaminación la circulación vehicular externa por las vías cercanas al punto de monitoreo, además de actividades de fumigación de plantaciones de brocoli.

Fuente: AFH Services., diciembre 2019  
Elaboración: AFH Services., diciembre 2019



# 14 INFORME ISO CALIDAD DE AIRE AMBIENTE

		<b>ISO 17025</b>  <b>Rev. 03</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE MONITOREO CALIDAD DE AIRE AMBIENTE</b>				
<b>INFORME DE ENSAYO No</b>		001-19	<b>ORDEN DE TRABAJO No</b>		OT 194-19		
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b>		Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli					
<b>DIRECCION DEL CLIENTE</b>		Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, sector Guayacana.					
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>		P1. Barrio Yanashpa - Guayacama.					
<b>DESCRIPCION:</b>		Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente					
<b>FECHA DE MONITOREO:</b>		<b>Inicio</b>	<b>Fecha</b> 06-dic.-19		<b>Hora</b> 10:00		
		<b>Final</b>	<b>Fecha</b> 07-dic.-19		<b>Hora</b> 10:00		
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>		9 de diciembre de 2019					
<b>TABLA Nº1 RESULTADOS</b>							
<b>Tiempo de Monitoreo</b>		24 horas					
<b>Flujo Promedio Material particulado</b>		16,60 litros por minuto		23,904 metros cúbicos			
<b>Parámetros</b>		<b>Método Utilizado</b>		<b>Resultado</b>		<b>Incertidumbre</b>	<b>Unidades</b>
Monóxido de Carbono		Infrarrojo No Dispersivo		1,14		0,021	ppm
Monóxido de Nitrógeno		Quimoluminiscencia		<0.0100		---	ppm
Dióxido de Nitrógeno		Quimoluminiscencia		<0.0100		---	ppm
Dióxido de Azufre		Fluorescencia Ultravioleta		<0.0100		---	ppm
Ozono		Absorción Ultravioleta		0,0171		0,0019	ppm
Material Particulado PM 2.5		Beta Atenuación		12,0		0,45	u/m3
Material Particulado PM 10		Beta Atenuación		26,5		0,97	u/m3
<b>NIVEL DE CONFIANZA DE LA INCERTIDUMBRE</b>						<b>95.45 %</b>	
<b>TABLA Nº2 EQUIPOS EMPLEADOS EN EL MONITOREO</b>							
<b>PARAMETROS</b>		<b>EQUIPOS</b>					
Monóxido de Carbono		Horiba APMA	Thermo 48 i	X	Thermo 48 C		
Monóxido de Nitrógeno		Horiba APNA	Thermo 42 i	X	Thermo 42 C		
Dióxido de Nitrógeno		Horiba APNA	Thermo 42 i	X	Thermo 42 C		
Dióxido de Azufre		Horiba APSA	Thermo 43 i	X	Thermo 43 C		
Ozono		Horiba APOA	Thermo 49 i	X	Thermo 49 C		
Material Particulado PM 2.5		Met One E BAM	U10638	X	U10639	P16604	E 2932
Material Particulado PM 10		Met One E BAM	U10638	X	U10639	P16604	E 2932
<b>TABLA Nº3 METODOS DE ANÁLISIS</b>							
<b>PARAMETROS</b>		<b>PROCEDIMIENTO</b>		<b>HORIBA</b>		<b>THERMO</b>	
Monóxido de Carbono		AFHPE15		USEPA RFCA -0506-158		USEPA RFCA -0981-054	
Monóxido de Nitrógeno		AFHPE15		USEPA RFNA -0506-157		USEPA RFNA -1289-074	
Dióxido de Nitrógeno		AFHPE15		USEPA RFNA -0506-157		USEPA RFNA -1289-074	
Dióxido de Azufre		AFHPE15		USEPA EQSA -0506-159		USEPA EQSA -0486-060	
Ozono		AFHPE15		USEPA EQQA -0506-160		USEPA EQQA -0880-047	
Material Particulado PM 2.5		AFHPE15		USEPA EQPM-0798-122			
Material Particulado PM 10		AFHPE15		USEPA EQPM-0798-122			
<b>TABLA Nº4 INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</b>							
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		<b>DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO</b>		<b>DATOS DE FUENTES CONTAMINANTES</b>			
<b>DATO</b>	<b>SI / NO</b>	<b>DATO</b>	<b>SI / NO</b>	<b>DATO</b>	<b>SI / NO</b>		
Razón Social	SI	Nombre del Punto	SI	Nombre de fuente emisora	NO		
Dirección Ubicación	SI	Coordenada	NO	Tipo de fuente emisora	SI		
Periodo de Funcionamiento	SI	Tiempo de Monitoreo	SI	Número de fuentes emisoras	SI		
Normativa aplicada	SI	Frecuencias de monitoreo	SI	Ubicación de fuentes emisoras	SI		
Tipo de cliente	SI	Predios colindantes	NO	Período que funciona	SI		
Nota: Si la información no es proporcionada por el cliente, el laboratorio hace uso de información que se encuentra pública en la web y para datos específicos el laboratorio cuenta con herramientas informativas ya sea referencias de normativas vigentes, suficiencia técnica y equipos complementarios aptos para obtenerla.							
<b>NOTAS:</b> § Los parámetros señalados no están cubiertos por el Alcance de la Acreditación § AFH Services se responsabiliza exclusivamente de las medidas realizadas. Los resultados se refieren únicamente al ensayo señalado. § AFH Services no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente que pudiera afectar la validez de los resultados reportados. § Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total del mismo deberá ser autorizada por escrito por el laboratorio.							
<b>ANÁLISIS REALIZADO POR:</b>		Ing. Alvaro Acosta					
 Ing. Vinicio Tipantuña							
<b>APROBADO POR: DIRECTOR TÉCNICO</b>							
<b>CONDICIONES AMBIENTALES - OBSERVACIONES</b>							
El promedio de temperatura durante el monitoreo fue de 11.4°C, se presentó caída de lluvia (pluviosidad) durante el monitoreo. No se observa fuentes fijas de contaminación cercanas al punto de monitoreo, únicamente el paso discontinuo de vehículos y químicos de fumigación de plantaciones de brócoli.							
<b>APE1503</b>		Página 1 de 1					
Diego de Velázquez OE4-95 y John F. Kennedy, Urbanización Cipreses II, Teléfono: 2493511-099494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec							

 Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° OAE LE 2C 05-009 LABORATORIO DE ENSAYOS		<b>ISO 17025</b>  <b>Rev. 03</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE MONITOREO CALIDAD DE AIRE AMBIENTE</b>				
<b>INFORME DE ENSAYO No</b>		002-19		<b>ORDEN DE TRABAJO No</b>		OT 194-19	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli							
<b>DIRECCION DEL CLIENTE</b> Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, sector Guayacona.							
<b>PUNTO DE MONITOREO</b> P2. Barrio Cevallos - Guayatagama.							
<b>DESCRIPCION:</b> Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente							
<b>FECHA DE MONITOREO:</b>		<b>Inicio</b>	<b>Fecha</b> 07-dic.-19	<b>Hora</b> 11:00			
		<b>Final</b>	<b>Fecha</b> 08-dic.-19	<b>Hora</b> 11:00			
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b> 9 de diciembre de 2019							
<b>TABLA N°1 RESULTADOS</b>							
<b>Tiempo de Monitoreo</b> 24 horas							
<b>Flujo Promedio Material particulado</b> 16,60 litros por minuto 23,904 metros cúbicos							
<b>Parámetros</b>		<b>Método Utilizado</b>		<b>Resultado</b>	<b>Incertidumbre</b>	<b>Unidades</b>	
Monóxido de Carbono		Infrarrojo No Dispersivo		0,77	0,016	ppm	
Monóxido de Nitrógeno		Quimioluminiscencia		<0.0100	---	ppm	
Dióxido de Nitrógeno		Quimioluminiscencia		<0.0100	---	ppm	
Dióxido de Azufre		Fluorescencia Ultravioleta		<0.0100	---	ppm	
Ozono		Absorción Ultravioleta		0,0232	0,0019	ppm	
Material Particulado PM 2.5		Beta Atenuación		10,1	0,38	u/m3	
Material Particulado PM 10		Beta Atenuación		10,9	0,40	u/m3	
<b>NIVEL DE CONFIANZA DE LA INCERTIDUMBRE</b>						<b>95.45 %</b>	
<b>TABLA N°2 EQUIPOS EMPLEADOS EN EL MONITOREO</b>							
<b>PARAMETROS</b>		<b>EQUIPOS</b>					
Monóxido de Carbono	Horiba APMA			Thermo 48 i	X	Thermo 48 C	
Monóxido de Nitrógeno	Horiba APNA			Thermo 42 i	X	Thermo 42 C	
Dióxido de Nitrógeno	Horiba APNA			Thermo 42 i	X	Thermo 42 C	
Dióxido de Azufre	Horiba APSA			Thermo 43 i	X	Thermo 43 C	
Ozono	Horiba APOA			Thermo 49 i	X	Thermo 49 C	
Material Particulado PM 2.5	Met One E BAM	U10638	X	U10639		P16604	
Material Particulado PM 10	Met One E BAM	U10638		U10639	X	P16604	
						E 2932	P16604
						E 2932	P16604
<b>TABLA N°3 METODOS DE ANÁLISIS</b>							
<b>PARAMETROS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>		<b>HORIBA</b>		<b>THERMO</b>		
Monóxido de Carbono	AFHPE15		USEPA RFCA -0506-158		USEPA RFCA -0981-054		
Monóxido de Nitrógeno	AFHPE15		USEPA RFNA -0506-157		USEPA RFNA -1289-074		
Dióxido de Nitrógeno	AFHPE15		USEPA RFNA -0506-157		USEPA RFNA -1289-074		
Dióxido de Azufre	AFHPE15		USEPA EQSA -0506-159		USEPA EQSA -0486-060		
Ozono	AFHPE15		USEPA EQQA -0506-160		USEPA EQQA -0880-047		
Material Particulado PM 2.5	AFHPE15		USEPA EQPM-0798-122				
Material Particulado PM 10	AFHPE15		USEPA EQPM-0798-122				
<b>TABLA N°4 INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</b>							
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		<b>DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO</b>			<b>DATOS DE FUENTES CONTAMINANTES</b>		
<b>DATO</b>	<b>SI / NO</b>	<b>DATO</b>		<b>SI / NO</b>	<b>DATO</b>	<b>SI / NO</b>	
Razón Social	SI	Nombre del Punto		SI	Nombre de fuente emisora	NO	
Dirección Ubicación	SI	Coordenada		NO	Tipo de fuente emisora	SI	
Periodo de Funcionamiento	SI	Tiempo de Monitoreo		SI	Número de fuentes emisoras	SI	
Normativa aplicada	SI	Frecuencias de monitoreo		SI	Ubicación de fuentes emisoras	SI	
Tipo de cliente	SI	Predios colindantes		NO	Periodo que funciona	SI	
Nota: Si la información no es proporcionada por el cliente, el laboratorio hace uso de información que se encuentra pública en la web y para datos específicos el laboratorio cuenta con herramientas informativas ya sea referencias de normativas vigentes, suficiencia técnica y equipos complementarios aptos para obtenerla.							
<b>NOTAS:</b>							
§ * Los parámetros señalados no están cubiertos por el Alcance de la Acreditación							
§ AFH Services se responsabiliza exclusivamente de las medidas realizadas. Los resultados se refieren únicamente al ensayo señalado.							
§ AFH Services no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente que pudiera afectar la validez de los resultados reportados.							
§ Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total del mismo deberá ser autorizada por escrito por el laboratorio.							
<b>ANÁLISIS REALIZADO POR:</b>		Ing. Alvaro Acosta					
 Ing. Vinicio Tipantuña <b>APROBADO POR: DIRECTOR TECNICO</b>							
<b>CONDICIONES AMBIENTALES - OBSERVACIONES</b>							
El promedio de temperatura durante el monitoreo fue de 13.1°C, no se presentó caída de lluvia (pluviosidad) durante el monitoreo. No se observa fuentes fijas de contaminación cercanas al punto de monitoreo, únicamente el paso discontinuo de vehículos y químicos de fumigación de plantaciones de brócoli.							
<b>APE1503</b>						Página 1 de 1	
Diego de Velázquez OE4-95 y John F. Kennedy, Urbanización Cipreses II, Teléfono: 2493511-0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec							

## **15 BIBLIOGRAFÍA**

- Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2018 Requisitos Generales para la Competencia de los laboratorios de ensayo y de Calibración.
- Procedimiento Técnico interno del Laboratorio AFHPE15 para Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente.
- Registro Oficial N464, Acuerdo N097-A del Ministerio del Ambiente, publicado el 04 de noviembre de 2015.
- Manual de Equipos: Horiba, Thermo, Met One, Environics
- Libro: Manual de Control de la Calidad de Aire, E. Roberts Alley & Associates, Inc. Mc. Graw Hill, México, Año 2011.
- Code of Federal Regulations 40. Part 50, Part 58.
- List of Designated reference and Equivalent Methods – EPA – Junio 2014.

## 16 ANEXOS

### 16.1 DATOS DE CAMPO

Lugar/Empresa		Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli								Tipo de cliente:		PARTICULAR	
Fecha inicio:		6 de diciembre de 2019				Hora inicial:		10:00:00 horas					
Fecha Final:		7 de diciembre de 2019				Hora final:		10:00:00 horas					
Punto de monitoreo:		P1. Barrio Yanashpa - Guaytacama.				Presión Atmosférica:		542 mmHg					
CO		NO		NO2		SO2		Ozono		PM10	PM2,5	Temp.	Hora
ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	°C	hh:mm
1,47	1678,30					0,0066	17,27			123	30	14,9	11:00
1,25	1426,15					0,0043	11,25	0,0220	43,17	76	8	15,4	12:00
0,99	1136,68					0,0039	10,20	0,0267	52,39	71	20	15,8	13:00
0,86	978,72	0,0042	5,15	0,0021	3,93	0,0043	11,25	0,0238	46,70	80	18	15,9	14:00
0,94	1071,86					0,0048	12,56	0,0194	38,07	37	18	13,6	15:00
0,98	1117,64					0,0047	12,30	0,0149	29,24	9	4	12,2	16:00
1,00	1144,55					0,0044	11,51	0,0155	30,41	4	7	12,4	17:00
1,64	1878,75					0,0047	12,30	0,0112	21,98	13	11	12,7	18:00
						0,0053	13,87	0,0033	6,48	24	28	11,8	19:00
						0,0050	13,08			19	10	11,7	20:00
						0,0053	13,87			12	4	11,2	21:00
						0,0050	13,08			25	19	11,3	22:00
						0,0046	12,03			2	7	10,1	23:00
						0,0044	11,51			6	3	9,9	0:00
						0,0047	12,30			9	7	9,4	1:00
						0,0044	11,51			15	9	9,1	2:00
						0,0042	10,99			5	1	8,6	3:00
						0,0046	12,03			2	6	8,6	4:00
						0,0044	11,51			21	8	8,7	5:00
						0,0053	13,87			6	5	8,4	6:00
						0,0050	13,08			6	13	8,2	7:00
						0,0053	13,87			15	5	7,8	8:00
						0,0059	15,44			20	24	10,8	9:00
						0,0061	15,96			36	24	13,9	10:00
1,14	1304	0,0042	5,15	0,0021	3,93	0,0049	12,78	0,0171	33,55	27	12	11,4	Promedio
ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup>	°C	Unidad
CO	NO	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Ozono	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Temp.	Parámetro			

Hora	NO		NO2	
	ppm	(ug/m3)	ppm	(ug/m3)
14:10	0,0041	4,97	0,0022	4,06
14:20	0,0042	5,11	0,0022	4,04
14:30	0,0042	5,16	0,0020	3,76
14:40	0,0043	5,21	0,0020	3,69
14:50	0,0042	5,16	0,0023	4,27
15:00	0,0043	5,28	0,0020	3,76
<b>Promedio</b>	0,0042	5,15	0,0021	3,93

Fuente: AFH Services., diciembre 2019  
Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

Lugar/Empresa		Evaluación de la Calidad del Aire en zonas productoras de Brocoli						Tipo de cliente:		PARTICULAR			
Fecha inicio:		7 de diciembre de 2019				Hora inicial:		11:00:00 horas					
Fecha Final:		8 de diciembre de 2019				Hora final:		11:00:00 horas					
Punto de monitoreo:		P2. Barrio Cevallos - Guaytacama.				Presión Atmosférica:		542 mmHg					
CO		NO		NO2		SO2		Ozono		PM10	PM2,5	Temp.	Hora
ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	°C	hh:mm
1,11	1272,87					0,0082	21,45			24	33	17,7	12:00
0,86	981,63					0,0057	14,91	0,0305	59,84	18	18	17,2	13:00
0,79	908,04					0,0055	14,39	0,0274	53,76	16	21	17,3	14:00
0,70	804,11	0,0042	5,18	0,0021	3,88	0,0059	15,44	0,0221	43,36	24	8	16,3	15:00
0,61	699,11					0,0057	14,91	0,0251	49,25	9	4	16,4	16:00
0,60	685,28					0,0052	13,60	0,0226	44,34	12	9	14,9	17:00
0,82	938,87					0,0052	13,60	0,0195	38,26	12	14	13,8	18:00
0,64	731,41					0,0053	13,87	0,0205	40,22	11	16	13,3	19:00
						0,0050	13,08	0,0182	35,71	3	1	13,1	20:00
						0,0055	14,39			15	10	12,2	21:00
						0,0051	13,34			8	5	11,7	22:00
						0,0053	13,87			5	5	11,1	23:00
						0,0055	14,39			5	1	10,8	0:00
						0,0050	13,08			4	5	10,8	1:00
						0,0052	13,60			6	5	10,4	2:00
						0,0051	13,34			8	2	10,4	3:00
						0,0050	13,08			5	15	10,4	4:00
						0,0051	13,34			2	7	10,4	5:00
						0,0052	13,60			9	10	10,3	6:00
						0,0073	19,10			36	29	10,4	7:00
						0,0056	14,65			5	5	10,6	8:00
						0,0066	17,27			8	0	13,8	9:00
						0,0063	16,48			16	9	15,3	10:00
						0,0057	14,91			0	10	16,7	11:00
<b>0,77</b>	<b>878</b>	<b>0,0042</b>	<b>5,18</b>	<b>0,0021</b>	<b>3,88</b>	<b>0,0056</b>	<b>14,74</b>	<b>0,0232</b>	<b>45,60</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>13,1</b>	<b>Promedio</b>
ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup>	°C	Unidad
CO		NO	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>		Ozono		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Temp.	Parámetro

Hora	NO		NO2	
	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )	ppm	(ug/m <sup>3</sup> )
15:10	0,0043	5,23	0,0020	3,76
15:20	0,0042	5,19	0,0021	3,89
15:30	0,0042	5,16	0,0021	3,99
15:40	0,0040	4,94	0,0023	4,31
15:50	0,0044	5,37	0,0018	3,44
16:00	0,0042	5,19	0,0021	3,91
<b>Promedio</b>	<b>0,0042</b>	<b>5,18</b>	<b>0,0021</b>	<b>3,88</b>

Fuente: AFH Services., diciembre 2019  
 Elaboración: AFH Services., diciembre 2019

## 16.2 CERTIFICADO DEL SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO

  
REPÚBLICA DEL ECUADOR

 Servicio de  
Acreditación  
Ecuatoriano

**CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN**

**LABORATORIO AFH - SERVICES**

Quito - Ecuador



 Servicio de  
Acreditación  
Ecuatoriano

Accreditación N° OAE LE 2G 05-009  
LABORATORIO DE ENSAYOS

Se encuentra acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano en cumplimiento con los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", equivalente a la Norma ISO/IEC 17025:2005, y con los criterios y procedimientos de acreditación del SAE.

Esta acreditación demuestra la competencia técnica para la ejecución de los ensayos detallados en el **ALCANCE DE ACREDITACIÓN\***, que se realizan en las localizaciones identificadas en el mismo.



Ing. Estuardo Ruiz Pozo  
DIRECTOR EJECUTIVO

Acreditación inicial: 2006-01-27  
Renovación 2: 2015-06-10  
Expira: 2020-06-09

La acreditación está condicionada al cumplimiento continuo por parte del laboratorio con los requisitos de acreditación, por lo que la vigencia del presente certificado de acreditación debe ser consultada en la página web del SAE, [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

\* El presente certificado solo tiene validez con su correspondiente **ALCANCE DE ACREDITACIÓN**.

Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, Art. 21.

F PO11 04 R00 15122/LE017.6/15.06.10

**ANEXO I**
**ALCANCE DE ACREDITACION**
**Laboratorio AFH**
**ENSAYOS PARA LOS QUE SE RENUEVA LA ACREDITACIÓN**

Está acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2018 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", los Criterios Generales de Acreditación para laboratorios de ensayo y calibración (CR GA01), Guías y Políticas del SAE en su edición vigente, para las siguientes actividades:

**CATEGORIA:** 1. Ensayos in-situ

**CAMPO DE ENSAYO:** Análisis Físico – químicos en emisiones gaseosas de fuentes fijas a la atmósfera

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Emisiones de fuentes fijas de combustión	Gases Contaminantes, Celdas Electroquímicas,  Monóxido de Carbono (CO),  (20 a 650) ppm  Monóxido de Nitrógeno (NO),  (15 a 1 100) ppm  Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ),  (7 a 670) ppm  Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ),  (3 a 190) ppm	AFH PE 02 Método de Referencia: USEPA CTM 030 Rev 7. 1997
	Material Particulado, Gravimetría,  (5 a 500) mg/m <sup>3</sup>	AFH PE 11 Método de Referencia: EPA 5 CFR 40, Parte 60 (Apéndices), Rev. Julio 2007

**CAMPO DE ENSAYO:** Acústica ambiental

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Ruido Ambiental	Ruido, Nivel de Presión Sonora,  (39 a 140) dB	AFH PE 13 Método de Referencia: ISO 1996-2, 2007

**CAMPO DE ENSAYO:** Ensayos Físico – químicos en aire ambiente

PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
Aire ambiente	Concentración de Gases,  Monóxido de carbono (CO), Espectrofotometría Infrarrojo no dispersivo,  (0,2 a 10) ppm	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA RFCA-0506-158 diciembre 2015 USEPA RFCA/0981-054 octubre 2015
	Monóxido de nitrógeno (NO), Quimiluminiscencia,  10 ppb a 0,5 ppm	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA RFNA-0506-157 diciembre 2015 USEPA RFCA-1289-074 diciembre 2015
	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), Quimiluminiscencia,  10 ppb a 0,5 ppm	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA RFNA-0506-157 diciembre 2015 USEPA RFCA-1289-074 diciembre 2015
	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ), Fluorescencia ultravioleta,  10 ppb a 0,5 ppm	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA EQSA-0506-159 diciembre 2015 USEPA EQSA -0486-060 diciembre 2015
Aire ambiente	Ozono (O <sub>3</sub> ), Absorción ultravioleta no dispersiva,  (10 a 70) ppb	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA EQQA-0506-160 diciembre 2015 USEPA EQSA -0880-047 diciembre 2015
	Material particulado PM 2,5, Beta atenuación,  (5 a 70) µg/m <sup>3</sup>	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA EQPM-0798-122 Julio 2008

Pág 2 de 3

 Quito: Av. Amazonas N38-42 y Av. José Villalengua, Edificio Amazonas 100, pisos 2 y 3 • Código Postal: 170506 • Teléfono: 593-2 245-4393  
 Guayaquil: Malecón, entre 9 de Octubre y P. Ycaza, Edificio La Previsora, piso 18 • Teléfono: 593-4 230-4023  
[www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)



SERVICIO DE  
ACREDITACIÓN ECUATORIANO



PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO, TÉCNICA Y RANGOS	MÉTODO DE ENSAYO
	Material particulado PM 10, Beta atenuación, (5 a 160) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AFH PE 15 Método de Referencia: USEPA EQPM-0798-122 Julio 2008
	Partículas sedimentables, Gravimetría, (0,03 a 2,65) $\text{mg}/\text{cm}^2$ (30 días)	AFH PE 20 Método de Referencia: Intersociety Comité. Ed. 3. 502




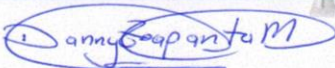

Pág 3 de 3

Quito: Av. Amazonas N38-42 y Av. José Villalengua, Edificio Amazonas 100, pisos 2 y 3 • Código Postal: 170506 • Teléfono: 593-2 245-4393  
Guayaquil: Malecón, entre 9 de Octubre y P. Ycaza, Edificio La Previsora, piso 18 • Teléfono: 593-4 230-4023  
[www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)

### 16.3 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN




#### 16.3.1 E-BAM MONITORES DE PARTÍCULAS PM 2.5

LABORATORIO AFH SERVICES		CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA MONITOR DE PARTÍCULAS
Rev 02		
Certificado N.	001-2019-MONITOR DE PARTICULAS	
Fecha de Calibración	5 de abril de 2019	Hora 9:00
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services	
Equipo Calibrado	Monitor de Partículas en Aire Ambiente	
Marca	MET ONE	
Modelo	E-BAM	
Serie	U10638	
Código Interno	EIA 132	
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizó un Patrón de Flujo, su trazabilidad está descrita en la hoja 2 del presente documento.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>		
RESPONSABLE	DIRECTOR TÉCNICO	
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipantuña	
FIRMA		
APE1602	Página 1 de 2	
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec		



LABORATORIO AFH SERVICES		 <b>AFH</b> SERVICES CIA. LTDA. MEDIO AMBIENTE		CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA MONITOR DE PARTÍCULAS	
Rev. 02					
Equipo	Monitor de Partículas en Aire Ambiente		U10638	EIA 132	
Certificado N.	001-2019-MONITOR DE PARTICULAS				
Fecha de Calibración	5 de abril de 2019				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>					
Temperatura	21.9 °C	Presión Atmosférica	554 mm. Hg.	HR: 62%	
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA :</b> La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO :</b> Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Monitor de Partículas en Aire Ambiente.</p> <p><b>PATRON DE FLUJO</b>          Marca Defender 520 H Trazabilidad NIST          N. de Serie 234546</p> <p><b>TERMOHIGROMETRO</b>          Marca TAYLOR Trazabilidad NIST          N. de Serie 1523</p> <p><b>MEMBRANA DE CALIBRACIÓN CONCENTRACIÓN SPAN</b> NIST</p> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p>					
<b>FLUJO</b>					
RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Unidad	Error porcentual (LMP=4%)	
1	16.70	16.69	lpm*	0.05	
2	17.50	17.57	lpm*	0.40	
3	14.00	14.04	lpm*	0.30	
* lpm = litros por minuto					
<b>TEMPERATURA</b>					
RANGO	Valor de Patrón de Referencia	Valor Obtenido Monitor de Partículas	Unidad	Cumplimiento ≤ 1.5	
1	21.3	21.5	°C	SI	
2	21.4	21.7	°C	SI	
3	22.3	22.6	°C	SI	
<b>COMPARACIÓN CON EL METODO GRAVIMÉTRICO (BGI)</b>					
PARÁMETRO	Valor E - BAM (ug/m3)	Valor Obtenido Método Gravimétrico (ug/m3)	Incertidumbre (ug/m3)	Porcentaje de Diferencia (LPM=5%)	
Concentración de partículas	20.33	20.08	0.85	1.25	
<b>COMPARACIÓN BETA ATENUACIÓN CON DIFERENCIA EN PESO DEL FILTRO</b>					
PARÁMETRO	Valor Obtenido E - BAM (ug/m3)	Valor Obtenido Método Gravimétrico (ug/m3)	Incertidumbre (ug/m3)	Porcentaje de Diferencia (LPM=5%)	
Concentración de partículas	119.0	119.8	4.97	0.64	
* Prueba de SPAN con membrana Patrón U10638			<b>RESULTADO</b>		
			PASS		
Calibrado por	 Tco. Danny Toapanta		Revisado por	 Ing. Virgilio Tipantuna	
Nombre y Firma APE1602			Nombre y Firma		
Diego de Velásquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec					


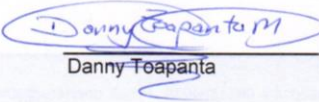

### 16.3.2 E-BAM MONITOR DE PARTÍCULAS PM 10

LABORATORIO			CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA MONITOR DE PARTÍCULAS
AFH SERVICES			
Rev 02			
Certificado N.	002-2019-MONITOR DE PARTICULAS		
Fecha de Calibración	5 de abril de 2019	Hora	9:00
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services		
Equipo Calibrado	Monitor de Partículas en Aire Ambiente		
Marca	MET ONE		
Modelo	E-BAM		
Serie	U10639		
Código Interno	EIA 133		
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizó un Patrón de Flujo, su trazabilidad está descrita en la hoja 2 del presente documento.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>			
RESPONSABLE	DIRECTOR TÉCNICO		
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipantuña		
FIRMA			
			
APE1602	Página 1 de 2		
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec			


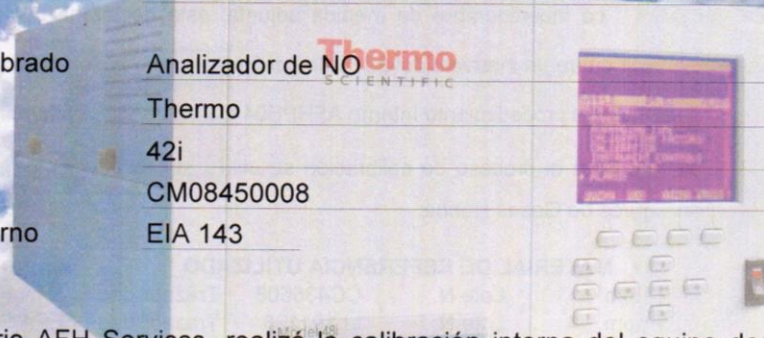

LABORATORIO		AFH SERVICES				CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA		MONITOR DE PARTÍCULAS	
Rev. 02									
Equipo		Monitor de Partículas en Aire Ambiente			U10639		EIA 133		
Certificado N.		002-2019-MONITOR DE PARTICULAS							
Fecha de Calibración		5 de abril de 2019							
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>									
Temperatura		21.8 ° C		Presión Atmosférica		554 mm. Hg.		HR: 62%	
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA</b> : La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO</b> : Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Monitor de Partículas en Aire Ambiente.</p> <p><b>PATRON DE FLUJO</b></p> <p>Marca <u>Defender 520 H</u> Trazabilidad <u>NIST</u></p> <p>N. de Serie <u>234546</u></p> <p><b>TERMOHIGROMETRO</b></p> <p>Marca <u>TAYLOR</u> Trazabilidad <u>NIST</u></p> <p>N. de Serie <u>1523</u></p> <p><b>MEMBRANA DE CALIBRACIÓN CONCENTRACIÓN SPAN</b> <u>NIST</u></p> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p>									
<b>FLUJO</b>									
RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Unidad	Error porcentual (LMP=4%)					
1	16.70	16.70	lpm*	0.00					
2	17.50	17.52	lpm*	0.13					
3	14.00	13.94	lpm*	0.46					
* lpm = litros por minuto									
<b>TEMPERATURA</b>									
RANGO	Valor de Patrón de Referencia	Valor Obtenido Monitor de Partículas	Unidad	Cumplimiento ≤ 1.5					
1	21.3	21.4	°C	SI					
2	21.4	21.6	°C	SI					
3	22.3	22.5	°C	SI					
<b>COMPARACIÓN CON EL METODO GRAVIMÉTRICO (BGI)</b>									
PARÁMETRO	Valor E - BAM (ug/m3)	Valor Obtenido Método Gravimétrico (ug/m3)	Incertidumbre (ug/m3)	Porcentaje de Diferencia (LPM=5%)					
Concentración de partículas	20.33	20.08	0.85	1.25					
<b>COMPARACIÓN BETA ATENUACIÓN CON DIFERENCIA EN PESO DEL FILTRO</b>									
PARÁMETRO	Valor Obtenido E - BAM (ug/m3)	Valor Obtenido Método Gravimétrico (ug/m3)	Incertidumbre (ug/m3)	Porcentaje de Diferencia (LPM=5%)					
Concentración de partículas	82.2	79.8	3.44	2.98					
* Prueba de SPAN con membrana Patrón U10639			<b>RESULTADO</b>						
			PASS						
Calibrado por		 Tco. Denny Toapanta		Revisado por		 Ing. Vinicio Tipantuña			
Nombre y Firma				Nombre y Firma					
APE1602									
Diego de Velásquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec									

### 16.3.3 MONITOR DE SO<sub>2</sub>


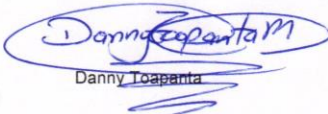

LABORATORIO			CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INTERNA
AFH SERVICES			
Rev 02			
Certificado N.	SO2-006-2019- THERMO		
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019	Hora	9:00
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services- Quito		
Equipo Calibrado	Analizador de SO <sub>2</sub>		
Marca	Thermo		
Modelo	43 i		
Serie	703220489		
Código	EIA 146		
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizaron Materiales de Referencia trazables a la EPA.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>			
RESPONSABLE	Director Técnico		
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipantuña		
FIRMA			
APE1603	Página 1 de 2		
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec			



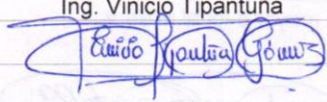
LABORATORIO			CERTIFICADO DE CALIBRACION																														
AFH SERVICES			INTERNA																														
Rev 01	Equipo	Analizador de SO2	Thermo 43 i 703220489 EIA 146																														
	Certificado N.	SO2-006-2019- THERMO																															
	Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019																															
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>																																	
Temperatura	20.3	Presión Atmosférica	553 mm. Hg Humedad Relativa 64%																														
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA :</b> La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO :</b> Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Equipos Analizadores de Gases para Calidad de Aire Ambiente.</p> <p style="text-align: center;"><b>MATERIAL DE REFERENCIA UTILIZADO</b></p> <p>MRC 38                      10.1 ppm                      Lote N.                      LL191117                      Trazabilidad                      EPA Protocol</p> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p> <p><b>PARAMETRO</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>Valor de Referencia</th> <th>Valor Obtenido Medio</th> <th>Incertidumbre Asociada</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.0100</td> <td>0.0103</td> <td>0.0013</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.0700</td> <td>0.0714</td> <td>0.0044</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.250</td> <td>0.253</td> <td>0.015</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.450</td> <td>0.454</td> <td>0.027</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.550</td> <td>0.555</td> <td>0.034</td> <td>ppm</td> </tr> </tbody> </table> <p>El resultado denominado Medio, es el resultante del promedio de 5 mediciones en cada uno de los rangos señalados</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Calibrado por Nombre y Firma</p> <p style="text-align: center;"> Danny Teapanta</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Revisado por Nombre y Firma</p> <p style="text-align: center;"> Vinicio Tipantuña</p> </div> </div> <p>APE1603</p> <p style="text-align: right;">Página 2 de 2</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec</p>				RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad	1	0.0100	0.0103	0.0013	ppm	2	0.0700	0.0714	0.0044	ppm	3	0.250	0.253	0.015	ppm	4	0.450	0.454	0.027	ppm	5	0.550	0.555	0.034	ppm
RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad																													
1	0.0100	0.0103	0.0013	ppm																													
2	0.0700	0.0714	0.0044	ppm																													
3	0.250	0.253	0.015	ppm																													
4	0.450	0.454	0.027	ppm																													
5	0.550	0.555	0.034	ppm																													


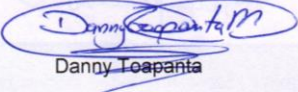
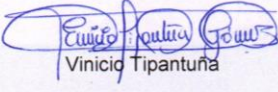
### 16.3.4 MONITOR DE NOx

LABORATORIO			CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA
AFH SERVICES			
Rev 02			
Certificado N.	NO-004-2019- THERMO		
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019	Hora	8:00
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services- Quito		
Equipo Calibrado	Analizador de NO		
Marca	Thermo		
Modelo	42i		
Serie	CM08450008		
Código Interno	EIA 143		
			
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizaron Materiales de Referencia trazables a la EPA.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>			
RESPONSABLE	Director Técnico		
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipantuña		
FIRMA			
APE1603			
Página 1 de 2			
Diego de Velásquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec			


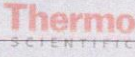




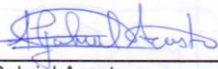

<b>LABORATORIO</b> AFH SERVICES		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA</b>																																													
Rev 02																																															
Equipo	Analizador de NO	Thermo 42i CM08450008 EIA 143																																													
Certificado N.	NO-004-2019- THERMO																																														
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019																																														
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>																																															
Temperatura	20.3 ° C	Presión Atmosférica 554 mm. Hg Humedad Relativa 71%																																													
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA</b> : La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO</b> : Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE17. Calibración de Equipos Analizadores de Gases Horiba.</p> <p style="text-align: center;"><b>MATERIAL DE REFERENCIA UTILIZADO</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>MRC26</td> <td>100.2 ppm</td> <td>Lote N. CC435608</td> <td>Trazabilidad</td> <td>EPA Protocol</td> </tr> <tr> <td>MRC37</td> <td>10.25 ppm</td> <td>Lote N. LL191128</td> <td>Trazabilidad</td> <td>EPA Protocol</td> </tr> <tr> <td>Multicalibrador Environics 6103</td> <td></td> <td></td> <td>Trazabilidad</td> <td>EPA Protocol</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>Valor de Referencia</th> <th>Valor Obtenido Medio</th> <th>Incertidumbre Asociada</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.0100</td> <td>0.0103</td> <td>0.00088</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.0700</td> <td>0.0706</td> <td>0.0043</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.250</td> <td>0.254</td> <td>0.016</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.450</td> <td>0.456</td> <td>0.028</td> <td>ppm</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.550</td> <td>0.555</td> <td>0.034</td> <td>ppm</td> </tr> </tbody> </table> <p>El resultado denominado Medio, es el resultante del promedio de 5 mediciones en cada uno de los rangos señalados</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Calibrado por:</p>  <p>Nombre y Firma: Danny Toapanta</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Revisado por:</p>  <p>Nombre y Firma: Vinicio Tipartuña</p> </div> </div> <p>APE1603</p> <p style="text-align: right;">Página 2 de 2</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec</p>			MRC26	100.2 ppm	Lote N. CC435608	Trazabilidad	EPA Protocol	MRC37	10.25 ppm	Lote N. LL191128	Trazabilidad	EPA Protocol	Multicalibrador Environics 6103			Trazabilidad	EPA Protocol	RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad	1	0.0100	0.0103	0.00088	ppm	2	0.0700	0.0706	0.0043	ppm	3	0.250	0.254	0.016	ppm	4	0.450	0.456	0.028	ppm	5	0.550	0.555	0.034	ppm
MRC26	100.2 ppm	Lote N. CC435608	Trazabilidad	EPA Protocol																																											
MRC37	10.25 ppm	Lote N. LL191128	Trazabilidad	EPA Protocol																																											
Multicalibrador Environics 6103			Trazabilidad	EPA Protocol																																											
RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad																																											
1	0.0100	0.0103	0.00088	ppm																																											
2	0.0700	0.0706	0.0043	ppm																																											
3	0.250	0.254	0.016	ppm																																											
4	0.450	0.456	0.028	ppm																																											
5	0.550	0.555	0.034	ppm																																											

LABORATORIO	 <b>AFH</b> SERVICES CIA. LTDA. MEDIO AMBIENTE		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INTERNA
AFH SERVICES			
REV 02			
Certificado N.	NO2-004-2019- THERMO		
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019	Hora	8:00
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services- Quito		
Equipo Calibrado	Analizador de NO <sub>2</sub> 		
Marca	Thermo		
Modelo	42 i		
Serie	CM08450008		
Código Interno	EIA143		
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizaron Materiales de Referencia trazables a la EPA.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>			
RESPONSABLE	DIRECTOR TECNICO		
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipantuña		
FIRMA			
APE1603			Página 1 de 2
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec			



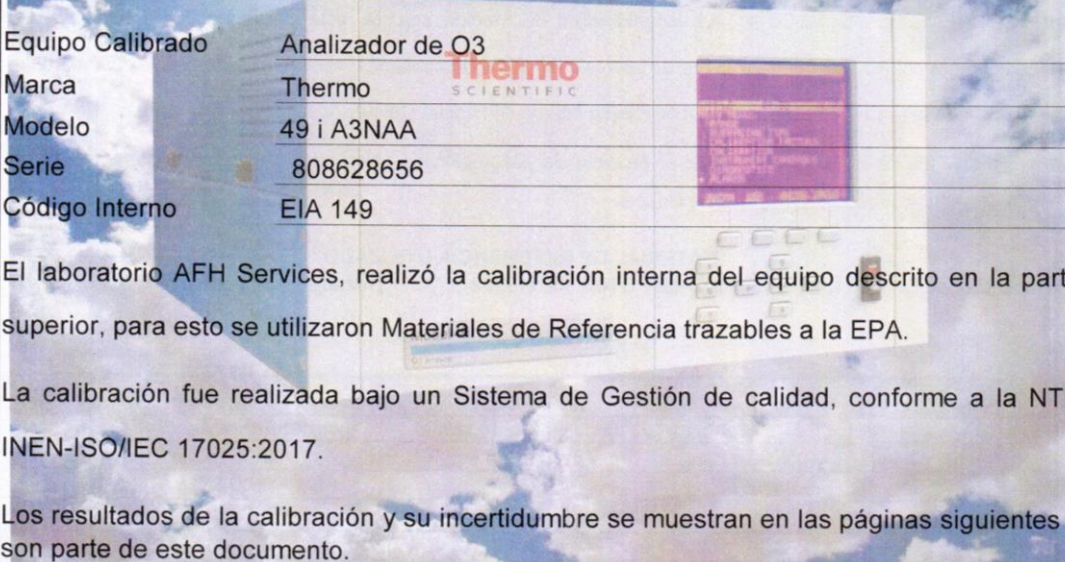

LABORATORIO	 <b>AFH</b> SERVICES CIA. LTDA. MEDIO AMBIENTE		CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA																			
AFH SERVICES																						
REV 02																						
Equipo	Analizador de NO2	Thermo	42 i	CM08450008 EIA143																		
Certificado N.	NO2-004-2019- THERMO																					
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019																					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>																						
Temperatura	20.3 °C	Presión Atmosférica	554 mm. Hg	Humedad Relativa 71%																		
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA</b> : La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO</b> : Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Equipos Analizadores de Calidad de Aire</p> <p style="text-align: center;"><b>MATERIAL DE REFERENCIA UTILIZADO</b></p> <table border="0"> <tr> <td>MRC26</td> <td>100.2 ppm</td> <td>Lote N.</td> <td>CC435608</td> <td>Trazabilidad</td> <td>EPA Protocol</td> </tr> <tr> <td>MRC37</td> <td>10.25 ppm</td> <td>Lote N.</td> <td>LL191128</td> <td>Trazabilidad</td> <td>EPA Protocol</td> </tr> <tr> <td>Multicalibrador</td> <td>EnviroNics 6103</td> <td></td> <td></td> <td>Trazabilidad</td> <td>EPA Protocol</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p>					MRC26	100.2 ppm	Lote N.	CC435608	Trazabilidad	EPA Protocol	MRC37	10.25 ppm	Lote N.	LL191128	Trazabilidad	EPA Protocol	Multicalibrador	EnviroNics 6103			Trazabilidad	EPA Protocol
MRC26	100.2 ppm	Lote N.	CC435608	Trazabilidad	EPA Protocol																	
MRC37	10.25 ppm	Lote N.	LL191128	Trazabilidad	EPA Protocol																	
Multicalibrador	EnviroNics 6103			Trazabilidad	EPA Protocol																	
<b>PARAMETRO</b>																						
<b>RANGO</b>	<b>Valor de Referencia</b>	<b>Valor Obtenido Medio</b>	<b>Incertidumbre Asociada</b>	<b>Unidad</b>																		
1	0.0100	0.0102	0.0008	ppm																		
2	0.0700	0.0704	0.0048	ppm																		
3	0.250	0.251	0.021	ppm																		
4	0.450	0.455	0.031	ppm																		
5	0.550	0.554	0.037	ppm																		
El resultado denominado Medio, es el resultante del promedio de 5 mediciones en cada uno de los rangos señalados																						
Cálculo de la Eficiencia del Convertidor de Molibdeno																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>% de Eficiencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>99.0</td></tr> <tr><td>99.3</td></tr> <tr><td>99.6</td></tr> <tr><td>99.6</td></tr> <tr><td>99.6</td></tr> <tr><td><b>PROMEDIO 99.4</b></td></tr> </tbody> </table>	% de Eficiencia	99.0	99.3	99.6	99.6	99.6	<b>PROMEDIO 99.4</b>														
% de Eficiencia																						
99.0																						
99.3																						
99.6																						
99.6																						
99.6																						
<b>PROMEDIO 99.4</b>																						
Criterio de aceptación es mayor o igual al 96 %																						
Calibrado por	 Danny Teapanta	Revisado por	 Vinicio Tipantuña																			
Nombre y Firma		Nombre y Firma																				
APE1603	Página 2 de 2																					
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec																						



### 16.3.5 MONITOR DE CO

LABORATORIO AFH SERVICES			CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INTERNA
Rev 02			
Certificado N.	CO-005-2019- THERMO		
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019	Hora	13:00
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services- Quito		
Equipo Calibrado	Analizador de CO		
Marca	Thermo 		
Modelo	48i - ANSCB		
Serie	JC11332000152		
Código Interno	EIA 150		
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizaron Materiales de Referencia trazables a la EPA.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>			
RESPONSABLE	Director Técnico		
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipantuña		
FIRMA			
APE1603			
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec			

LABORATORIO			CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INTERNA	
Rev 02				
Equipo	Analizador de CO	Thermo	48i - ANSCB	JC1133200015 EIA 150
Certificado N.	CO-005-2019- THERMO			
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019			
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>				
Temperatura	21.5 °C	Presión Atmosférica	554 mm. Hg	Humedad Relativa 63%
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA :</b> La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO :</b> Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Equipos Analizadores de Gases Thermo.</p>				
<b>MATERIAL DE REFERENCIA UTILIZADO</b>				
MRC26	99.94 ppm	Lote N.	CC435608	Trazabilidad EPA Protocol
MRC 34	19.77 ppm	Lote N.	LL182103	Trazabilidad EPA Protocol
	Dilutor 146 i (Dilución)		Model 48	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>				
<b>PARAMETRO</b>				
RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad
1	0.15	0.15	0.0095	ppm
2	1.00	1.02	0.061	ppm
3	5.00	5.02	0.30	ppm
4	9.00	9.03	0.54	ppm
5	11.00	11.12	0.67	ppm
El resultado denominado Medio, es el resultante del promedio de 5 mediciones en cada uno de los rangos señalados				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">   <b>Calibrado por</b>  <b>Nombre y Firma</b>            Gabriel Acosta         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Revisado por</b>  <b>Nombre y Firma</b>            Vinicio Tipantuña         </div> </div>				
APE1603				
Página 2 de 2				
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec				

### 16.3.6 MONITOR DE OZONO

LABORATORIO			CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA
AFH SERVICES			
REV 02			
Certificado N.	O3-006-2019- THERMO		
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019	Hora	17:30
Lugar de Calibración	Instalaciones Laboratorio AFH Services- Quito		
Equipo Calibrado	Analizador de O3		
Marca	Thermo 		
Modelo	49 i A3NAA		
Serie	808628656		
Código Interno	EIA 149		
			
<p>El laboratorio AFH Services, realizó la calibración interna del equipo descrito en la parte superior, para esto se utilizaron Materiales de Referencia trazables a la EPA.</p> <p>La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.</p> <p>Los resultados de la calibración y su incertidumbre se muestran en las páginas siguientes y son parte de este documento.</p> <p>El presente certificado, corresponde al día - hora señalado en la parte superior y las demás condiciones de ese instante.</p> <p>Queda prohibida la reproducción parcial y total del presente certificado, sin previa autorización del laboratorio AFH Services.</p>			
RESPONSABLE	Director Técnico		
NOMBRE	Ing. Vinicio Tipa Tuña		
FIRMA			
APE1603	Página 1 de 2		
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 249 3511 - 0991494028 -mail: afhservices@yahoo.es			

LABORATORIO		AFH SERVICES CIA. LTDA. MEDIO AMBIENTE		CERTIFICADO DE CALIBRACION INTERNA	
REV 02.					
Equipo	Analizador de O3	Thermo	49 i A3NAA	808628656	EIA 149
Certificado N.	O3-006-2019- THERMO				
Fecha de Calibración	26 de agosto de 2019				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO</b>					
Temperatura	23.7 °C	Presión Atmosférica	554 mm. Hg	Humedad Relativa	64%
<p><b>INCERTIDUMBRE DE MEDIDA</b> : La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio</p> <p><b>PROCEDIMIENTO UTILIZADO</b> : Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Equipos Analizadores de Gases .</p> <p style="text-align: center;"><b>MATERIAL DE REFERENCIA UTILIZADO</b></p> <p>Generador de Ozono      THERMO 49i PS N/S 636119292      Trazable      NIST</p> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p>					
<b>PARAMETRO</b>					
RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad	
1	0.0100	0.0103	0.0014	ppm	
2	0.0400	0.0404	0.0027	ppm	
3	0.0500	0.0506	0.0033	ppm	
4	0.0650	0.0659	0.0041	ppm	
5	0.0800	0.0803	0.0049	ppm	
El resultado denominado Medio, es el resultante del promedio de 5 mediciones en cada uno de los rangos señalados					
Calibrado por Nombre y Firma		 Danny Toapanta		Revisado por Nombre y Firma	
				 Vinicio Tipantuña	
APE1603					
Página 2 de 2					
Diego de Velasquez OE4-95 y John F. Kennedy, Teléfono: 2493511 – 0991494028 e-mail: dherrera@afhservices.com.ec					

**16.5 ANEXO FOTOGRÁFICO**

**P1. Barrio Yanashpa**

