



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

**CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA: "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO  $PM_{2,5}$  Y  $PM_{10}$  EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2019-2020."**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Ingeniero de Medio Ambiente

**Autor:**

Lema Basantes Roberth Santiago

**Tutor:**

Ing. José Luis Agreda Oña

**Latacunga – Ecuador**

**Septiembre – 2020**

## **DECLARACIÓN DE AUDITORÍA**

Yo, **LEMA BASANTES ROBERTH SANTIAGO**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2,5</sub> Y PM<sub>10</sub> EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2019-2020”**, siendo el **Ing. AGREDA OÑA JOSE LUIS** 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, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

---

**LEMA BASANTES ROBERTH SANTIAGO**  
**CI: 050426229-6**

## **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 **LEMA BASANTES ROBERTH SANTIAGO**, identificado con C.C. N° **050426229-6** de estado **SOLTERO** y con domicilio, en la parroquia Juan Montalvo, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LOS CEDENTES**, son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico. –**

Fecha de inicio: Septiembre 2014 - Febrero 2015

Finalización de estudios: Mayo 2020- Septiembre2020

Aprobación en Consejo Directivo. –07 de Julio del 2020

Tutor: Ing. Agreda Oña José Luis.

Tema: “Evaluación de la concentración de material particulado pm<sub>2,5</sub> y pm<sub>10</sub> en la parroquia de Mulaló, de la provincia de Cotopaxi en el periodo 2019-2020”.

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

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

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

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

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

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

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

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – LA**

**CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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 17 días del mes de septiembre del 2020.

---

Lema Basantes Roberth Santiago  
**EL CEDENTE**

---

Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez  
**EL CESIONARIO**

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

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

**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO  $PM_{2,5}$  Y  $PM_{10}$  EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2019-2020”**, de Lema Basantes Roberth Santiago, identificado con C.C. N° **050426229-6**, de la carrera de **INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 17 de Septiembre del 2020

.....  
**TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Ing. José Luis Agreda Oña

**C.I.: 040133210-1**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente; por cuanto, el postulante: **LEMA BASANTES ROBERTH SANTIAGO**, identificado con C.C. N° **050426229-6**, con el Proyecto de Investigación, cuyo título es: **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2,5</sub> Y PM<sub>10</sub> EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2019-2020”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al **Acto de Sustentación** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 17 de Septiembre del 2020

Para constancia firman:

---

**LECTOR 1(PRESIDENTE)**

MSc. Patricio Clavijo

**C.I.: 050144458-2**

---

**LECTOR 2**

Ing. Oscar Daza

**C.I.: 040068979-0**

---

**LECTOR 3**

Dr. Carlos Mantilla

**C.I.: 0501553291**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mi Familia en especial a mis Padres Luis Lema y María Basantes por el apoyo incondicional que siempre me brindaron y la confianza puesta en mi persona, ya que estuvieron dándome fuerzas y palabras de aliento para poder cumplir un objetivo más en mi vida.

A mis hermanas Evelyn y Gabriela Lema, por brindarme su apoyo incondicional ante los momentos de adversidad.

A mis Maestros por compartir su conocimiento y experiencia, durante mi formación profesional.

**Roberth Santiago Lema Basantes**



## **DEDICATORIA**

A Dios ya que gracias a él he logrado culminar mi carrera. El presente trabajo de investigación lo dedico mis Padres que siempre estaban cuando más los necesitaba y por la confianza depositada y hacer de mí una persona de bien.

A mi hermana Evelyn por su apoyo incondicional en el trayecto de mi carrera, por sus palabras de aliento y motivación para no decaer en el proceso de culminación de mi carrera.

A Nataly por ser la persona que siempre me apoyo en los buenos y malos momentos, por darme ánimos para seguir adelante y no decaer, que con esfuerzo y perseverancia se puede lograr la meta trazada

**Roberth Santiago Lema Basantes**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

## CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

**TEMA: "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2,5</sub> Y PM<sub>10</sub> EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2019-2020."**

**Autor: Roberth Santiago Lema Basantes**

### RESUMEN

La presente investigación tiene por objeto determinar la concentración de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> generado por las empresas bloqueras y vehículos en la Parroquia Mulaló, la investigación se la planificó en 4 objetivos; caracterizar el área de estudio, monitorear la concentración de PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2,5</sub>, comparar la base de datos con la Normativa Ecuatoriana TULSMA, El libro VI Anexo 4 y proponer estrategias de mitigación. Por lo tanto, se caracterizó el área de estudio donde se identificó los puntos estratégicos para realizar el monitoreo, el monitoreo se lo realizó según la Normativa EPA-450/4-87-007, una vez que se realizó el respectivo monitoreo se obtuvo la base de datos donde se procedió a comparar con la Normativa Ecuatoriana TULSMA libro VI Anexo 4, la que indica que para PM<sub>10</sub> es 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y para PM<sub>2,5</sub> es 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los datos obtenidos en el monitoreo se encuentran en los límites permisibles, aunque en ciertas horas existen concentraciones altas como en el primer punto de monitoreo en el Barrio San Ramón se obtuvo 0.045  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>10</sub> en el horario de 11 am y 0.042  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de PM<sub>2,5</sub> en el horario de 15 pm, en el segundo punto de monitoreo en el Centro de la Parroquia Mulaló se obtuvo los siguientes valores 0.039  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM<sub>10</sub> en el horario de 18 pm y 0.147  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>2,5</sub> a las 18 pm, concluyendo que la mayor concentración de material particulado se da en el Centro de la Parroquia Mulaló debido al tránsito vehicular, en base a los datos obtenidos se presenta propuestas de mitigación.

**Palabras claves:** aire, contaminación, concentraciones, límites permisibles, monitoreo, normativa.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** "EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF PARTICULAR MATERIAL PM<sub>10</sub> AND PM<sub>2.5</sub> IN THE MULALÓ PARISH OF THE PROVINCE OF COTOPAXI IN THE PERIOD 2019-2020"

**Author:** Lema Basantes Roberth Santiago

### ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the concentration of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> particulate material generated by the block companies and vehicles in the Mulaló Parish, the investigation was planned in 4 objectives; characterize the study area, monitor the concentration of PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, compare the database with the TULSMA Ecuadorian Regulations, Book VI Annex 4 and propose mitigation strategies. Therefore, the study area was characterized where two strategic points were identified to carry out the monitoring, the monitoring was carried out according to EPA-450 / 4-87-007, once the respective monitoring was performed, the database where the TULSMA Ecuadorian book VI Annex 4 was compared, indicating that for PM<sub>10</sub> it is 100 µg/m<sup>3</sup> and for PM<sub>2.5</sub> it is 50 µg/m<sup>3</sup>. The data obtained in the monitoring were within the permissible limits, although at certain times there were high concentrations as in the first monitoring point in the Barrio San Ramón 0.045 µg/m<sup>3</sup> of PM<sub>10</sub> was obtained during the hours of 11 am and 0.042 µg/m<sup>3</sup>, of PM<sub>2.5</sub> in the 15 pm schedule, at the second monitoring point in the Mulaló Parish Center the following values were obtained 0.039 µg/m<sup>3</sup> of PM<sub>10</sub> in the schedule of 18 pm and 0.147 µg/m<sup>3</sup> of PM<sub>2.5</sub> at 18 pm, concluding that the highest concentration of particulate material occurs in the Mulaló Parish vehicular traffic, based on the data obtained, proposals for mitigation.

**Keywords:** air, pollution, concentrations, permissible limits, monitoring, regulations.

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS.....	5
5.1. General.....	5
5.2. Específicos .....	5
5.3 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
CAPITULO I.....	7
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
6.1 EL AIRE .....	7
6.2 COMPOSICION DEL AIRE.....	7
6.3 CALIDAD DEL AIRE .....	8
6.4 CONTAMINACIÓN DEL AIRE .....	8
6.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE .....	8
6.4.2 CONTAMINANTES PRIMARIOS:.....	8
6.4.3 CONTAMINANTES SECUNDARIOS .....	9
6.4.4 FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	9
6.4.5 FUENTES NATURALES.....	9
6.4.6 FUENTES ARTIFICIALES O ANTROPOGENICOS .....	9
6.5. MATERIAL PARTICULADO .....	9
6.5.1 TIPOS DE MATERIAL PARTICULADO .....	10
6.6 COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL PARTICULADO.....	11
6.7 EFECTOS EN LA SALUD .....	12
6.8 EFECTOS EN LA NATURALEZA .....	12
6.9 EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA MEDICION.....	13
6.9.1 Descripción del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta) .....	13
6.10 MARCO LEGAL.....	15
6.10.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR .....	15
6.10.2 ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION	

SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS .....	15
7 PREGUNTAS CIENTIFICAS .....	19
CAPITULO II.....	20
8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS).....	20
8.1 Área de estudio .....	20
8.2 Tipos de investigación .....	22
8.2.1 Investigación descriptiva .....	22
8.2.2 Investigación bibliográfica.....	22
8.2.3 Investigación de campo.....	22
8.2.4 Investigación Analítica .....	22
8.3 Métodos .....	22
8.3.1 Método inductivo.....	22
8.4 Técnicas.....	23
8.4.1 Observación directa .....	23
8.4.2 Monitoreo.....	23
8.4.3 Análisis de datos .....	23
8.5 Instrumentos .....	23
8.6 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO Y ANÁLISIS DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES .....	24
9. DISEÑO NO EXPERIMENTAL .....	25
9.1 Media .....	25
CAPITULO III .....	26
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	26
10.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	30
11 IMPACTOS .....	34
11.1 SOCIAL .....	34
11.2 AMBIENTAL.....	34
12 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL DEL MATERIAL PARTICULADO PM <sub>10</sub> Y PM <sub>2.5</sub> EN LA PARROQUIA MULALO. ....	35
13 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	39
14. CONCLUSIONES.....	40
15. RECOMENDACIONES .....	41

16. BIBLIOGRAFÍA .....	42
.....	44

**ANEXOS.....45**

1.- Hoja de vida del tutor.....	46
.....	51

2.- Hoja de vida del estudiante.....	52
--------------------------------------	----

2.- Base de datos.....	53
------------------------	----

3.- Fotografías del monitoreo.....	57
------------------------------------	----

.....	58
-------	----

4.- Datos del equipo .....	59
----------------------------	----

.....	75
-------	----

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura 1: EQUIPO E-BAM.....	14
Figura 2: MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO.....	20
Figura 3: Punto 1 Barrio San Ramón.....	21
Figura 4: Punto 2 Centro de la Parroquia Mulalo.....	21
Figura 5: DATOS DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 (24 HORAS).....	26
Figura 6: DATOS DEL MATERIAL PARTICULADO PM2.5 (24 HORAS).....	27
Figura 7: DATOS DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 (24 HORAS).....	28
Figura 8: DATOS DEL MATERIAL PARTICULADO PM2.5 (24 HORAS).....	29
Figura 9: Comparación con la Normativa TULSMA para PM10 limites promedio de concentración en 24 horas.....	30
Figura 10: Comparación con la Normativa TULSMA para PM2.5 limites promedio de concentración en 24 horas.....	31
Figura 11. Concentración promedio PM10.....	32
Figura 12. Concentración promedio PM2.5.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de beneficiarios del proyecto investigativo.....	3
Tabla 2: Actividades y Sistemas de tarea.....	6
Tabla 3 Composición del aire.....	7
Tabla 4 Niveles de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire .	17
Tabla 5 Niveles concentraciones de contaminantes comunes de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire.....	18
Tabla 6: Concentración promedio de PM10 de los sectores y límites de la Normativa TULSMA.....	30
Tabla 7: Concentración promedio de PM2.5 de los sectores y límites de la Normativa TULSMA.....	31
Tabla 8: Concentración promedio de PM10 de los dos sectores.....	32
Tabla 9: Concentración promedio de PM2,5 de los dos sectores.....	33
TABLA 10: PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	39



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue realizado sobre la contaminación del aire por material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) ya que es un importante problema de salud ambiental que afecta a países desarrollados y en desarrollo de todo el mundo. La contaminación por partículas se compone de una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire, incluyendo ácidos (tales como los nitratos y sulfatos), amoníaco, cloruro sódico, productos químicos orgánicos, metales en el suelo o partículas de polvo (tales como fragmentos de esporas de polen o moho) y agua.

Por lo general, las partículas finas y gruesas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) provienen de fuentes diferentes y tienen mecanismos de formación distintos, aunque es probable que hay cierta superposición. Los elementos biológicos como las bacterias, el polen y las esporas también se pueden encontrar en las partículas gruesas. Las partículas finas y gruesas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) normalmente se comportan de manera diferente en la atmósfera.

Las partículas sólidas se manifiestan en un amplio rango de tamaños, pero desde el punto de vista de la salud las que mayor interés tienen son las partículas con diámetros menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) que son las que pueden ser inhaladas y se acumulan dentro del sistema respiratorio, dentro de ellas, atención demandan las partículas menores a 2.5 micrómetros de diámetro ( $PM_{2.5}$ ) generalmente referidas como “finas”.

La Organización Mundial de la Salud sugiere que para este tipo de contaminantes no existe un valor bajo, que sea inofensivo para la salud humana y más bien la gravedad de los daños está relacionada con los tiempos de exposición que puedan ir desde un día hasta periodos mucho mayores, es por esta razón que se hace indispensable llevar un control por medio de constantes programas de con el fin de conservar el medio ambiente libre de contaminantes y así prevenir monitoreo enfermedades.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar los niveles de concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , en la parroquia de Mulaló porque en el sector existe gran cantidad de tránsito vehicular y varias bloqueras las que emiten partículas finas que afectan a la salud y al deterioro de la calidad del aire.

En el sector de la parroquia Mulaló existen empresas bloqueras que producen polvo, debido a sus procesos con material seco o intervienen materiales que contiene cierta proporción de partículas finas, los cuales se dispersan directamente al ambiente, lo que conlleva a la aparición y al desarrollo de enfermedades en los habitantes del sector, debido a que no existe un control de las emisiones y desde luego un sistema continuo de monitoreo.

En la actualidad la calidad del aire ha tenido cambios notables por la gran cantidad de partículas emanadas a la atmosfera, originadas por el hombre razón por la cual realizar esta investigación para determinar el material particulado, es fundamental debido a que existe una gran cantidad de actividades que contribuyen a la generación de material particulado en grandes cantidades la que afecta con gravedad a la población.

Conocer las concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  Y  $PM_{2.5}$ , en la Parroquia Mulaló sirvió para tomar medidas correctivas de mitigación de la contaminación del aire, que se da a causa de las emisiones de material particulado por el tránsito vehicular y las empresas que realizan bloques. Es necesario el control de las emisiones de partículas en las empresas que esparcen al aire libre y no tienen un control del mismo. El presente proyecto es factible realizarlo ya que el incremento acelerado del parque automotor hace que se deba implantar una red de monitoreo de calidad de aire la misma que permita aplicar gestión ambiental efectiva puesto que la Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con los equipos técnicos para el monitoreo  $PM_{10}$  Y  $PM_{2.5}$ , y el talento humano para su manejo.

El presente proyecto busca contribuir a la reducción de la contaminación del aire en la parroquia de Mulaló y sus alrededores.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1**

*Beneficiarios del Proyecto Investigativo*

<b>DIRECTOS</b>		<b>INDIRECTOS</b>
La parroquia Mulaló		Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Latacunga.
<b>HOMBRES</b>	3870	82.346
<b>MUJERES</b>	4225	88.143
<b>TOTAL</b>	8095	170.489

*Elaborado por: Lema Santiago*

*Fuente: (INEC, 2010)*

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La contaminación del aire es un importante problema ambiental que afecta a países desarrollados y en vías de desarrollo de todo el mundo porque existen grandes empresas que emanan al aire libre gases y material particulado. La Organización Mundial de la Salud define como la presencia de sustancias extrañas en la atmósfera en concentraciones suficientes como para interferir en la salud, seguridad o bienestar de los seres vivos, además de constituir un problema ambiental debido a que la acción antrópica genera un efecto sobre un componente ambiental (aire) y a su vez el deterioro de éste afecta la supervivencia y la calidad de vida del ser humano.

Estudios recientes relacionados con el material particulado en todo el mundo, demuestran la presencia de material particulado en la atmósfera por causas naturales y antropogénicas causando problemas graves a la salud. Según los estudios de la composición química del material en la ciudad de Bogotá, la composición es diferente para cada sector, pero en general las fracciones que más aportan al material particulado son la geológica, asociada a polvo fugitivo y re suspendido entre el 37 y 42%, las fracciones carbonáceas que

son las que más aportan, entre un 11 y 12 % para el carbono elemental y un 34 y 43% para materia orgánica, la fracción iónica se encontró entre un 5 y 8%. El mayor problema ambiental en el mundo en gran parte es por obra del ser humano esto se debe a que han generado gran cantidad de empresas e industrias que afecta al aire ocasionando la contaminación debido a las emisiones de partículas, las cuales ocasionan riesgos para la salud.

En el “Informe anual de la calidad del aire en Quito” correspondiente al año 2006, se determinó que el mayor problema de la contaminación atmosférica se atribuye a las emisiones de material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) o partículas sedimentables. Estas últimas excedieron el límite permisible de la norma ecuatoriana de calidad del aire casi todos los meses del año en al menos una de las estaciones de monitoreo. Ello contribuye un problema debido a los efectos nocivos a la salud que produce este contaminante.

A pesar de que el deterioro de la calidad del aire es un problema desde hace algunos años en nuestro país, esto se debe a que las diferentes empresas e industrias están ligadas a la fabricación de diversos productos a gran escala y el gran impacto ambiental que esto han causado por la emanación de material particulado están ocasionando serios problemas, actualmente en la Provincia de Cotopaxi las empresas e industrias van en aumento por lo que contribuyen a la contaminación ambiental y por ende afecta a la salud de las personas.

La contaminación atmosférica por Material Particulado produce efectos en la salud de la población, pero sin duda sus mayores efectos se producen en las personas vulnerables, un sector de la población con mayor susceptibilidad a las amenazas ambientales, en virtud de sus actividades y comportamiento, así como de su reducida capacidad para metabolizar las sustancias tóxicas.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

- Evaluar la concentración de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la Parroquia Mulaló de la provincia de Cotopaxi en el periodo 2020.

### **5.2. Específicos**

- Caracterizar el área de estudio y los diferentes puntos de monitoreo de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Mulaló.
- Monitorear la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  el área de estudio mediante la utilización de un muestreador de partículas finas (E-BAM).
- Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos en base a la Normativa Ambiental Ecuatoriana Vigente TULSMA.
- Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Mulaló.

### 5.3 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

**Tabla 2**

*Actividades y Sistemas de Tarea*

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultados</b>	<b>Descripción de la Actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Caracterizar el área de estudio y los diferentes puntos de monitoreo de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en la parroquia Mulaló.	Levantamiento de los puntos de muestreo en base al GPS.	2 puntos de monitoreo identificados en el área de estudio.	Observación directa Determinación de las coordenadas (Utilización de GPS). Utilización de la cámara fotográfica.
Monitorear la concentración de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> el área de estudio mediante la utilización de un muestreador de partículas finas (E-BAM).	Monitoreo del material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en la zona de estudio.	Obtención de la base de datos de la concentración de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> .	Monitoreo de material particulado con la utilización del equipo de muestreador de partículas finas (E-BAM).
Elaborar una base de datos de los resultados obtenidos en base a la Normativa Ambiental Ecuatoriana Vigente TULSMA.	Comparar los resultados obtenidos con la normativa vigente.	Obtención de una base de datos para comparar con la Normativa Ecuatoriana TULSMA.	Utilización del programa estadístico (EXCEL).
Proponer medidas ambientales de mitigación de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en la parroquia Mulaló.	Elaborar medidas de mitigación de material particulado PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>	Medidas de mitigación elaboradas y sociabilizadas.	De acuerdo a los resultados obtenidos en el monitoreo se proponen medidas de mitigación que sean amigables con el ambiente.

*Elaborado por: Lema Santiago*

## CAPITULO I

### 6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

#### 6.1 EL AIRE

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo, a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos).

El aire es la mezcla gaseosa que forma la atmósfera terrestre. Más allá del vapor de agua que aparece en distintas proporciones, este fluido está compuesto por 78 % de nitrógeno, 21 % de oxígeno y 1% de argón y otros gases similares, junto a algunas centésimas de dióxido de carbono. (OMS, 2004).

#### 6.2 COMPOSICION DEL AIRE

A medida que se aleja y aumenta la distancia de la superficie de la tierra, la densidad del aire va disminuyendo y su composición varia en las capas altas debido a las constantes mezclas producidas por las corrientes de aire. Su composición es sumamente delicada y las proporciones e las sustancias que lo integran resultan variables. (Gaitan, 2013)

**Tabla 3**

*Composición del Aire*

COMPONENTE	SIMBOLO QUIMICO	CONCENTRACION APROXIMADA
Nitrógeno	N	78.03%
Oxígeno	O	20.99%
Dióxido de Carbono	CO2	0.03%
Argón	Ar	0.94%
Neón	Ne	0.00123%
Helio	He	0.0004%
Criptón	Kr	0.00005%
Xenón	Xe	0.000006%
Hidrogeno	H	0.01%
Metano	CH4	0.0002%
Óxido nitroso	N2O	0.00005%
Vapor de agua	H2O	Variable
Ozono	O3	Variable
Partículas		Variable

*Fuente: Geografía y Medio Ambiente-Argentina*

### **6.3 CALIDAD DEL AIRE**

Se entiende por guía de calidad del aire al valor estimado de nivel de concentración de un contaminante al cual pueden estar expuestos los seres humanos durante un tiempo determinado sin riesgos apreciables para la salud. Estos estimados son recomendaciones o sugerencias y no se encuentran respaldados por normas legales.

Mientras que la norma de calidad de aire trata de un instrumento legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, medido de acuerdo a métodos de referencia o equivalentes definido con el propósito de proteger el medio ambiente y la salud. (MAE, 2012).

### **6.4 CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

La contaminación del aire es una mezcla de partículas líquidas y sólidas suspendidas en el aire, de diferentes tamaños, que pueden ser emitidas mediante dispersión mecánica del material orgánico y a través de la combustión no controlada.

Por el contrario, el llamado polvo atmosférico (MPS) consiste en pequeñas partículas suspendidas en el aire que debido a su peso descienden sobre la superficie solidificándose. (Warneck, 2014).

Las concentraciones y tiempos de exposición son iguales o superiores a aquellas en que haya posibilidades de observar desordenes en las funciones fisiológicas vitales o alteraciones que puedan provocar enfermedades crónicas o acortar la vida.

Como también aquellas en que haya probabilidades de que se produzcan enfermedades agudas o de funciones en grupos vulnerables de la población. (Martin, 2014).

#### **6.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE**

Según (Orozco 2010). Los contaminantes se clasifican en primarios y secundarios:

#### **6.4.2 CONTAMINANTES PRIMARIOS:**

Reciben esta denominación de sustancias vertidas directamente en la atmosfera desde los focos contaminantes a saber:

- Gases, entre los que se destacan son los compuestos de azufre, nitrógeno, el dióxido de carbono etc.



- Aerosoles o nubes de partículas microscópicas (sólidas o líquidas) dispersas en el aire tales como el humo, emanación, niebla o neblina.
- Sustancias radioactivas
- Otras sustancias: metales pesados plomo, mercurio, cobre, etc. (Seinfeld 2015).

### **6.4.3 CONTAMINANTES SECUNDARIOS**

Se denomina así a las sustancias que no se vierten directamente de la atmósfera desde los focos emisores sino, que producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios. A continuación, se ofrecen algunos ejemplos de agentes contaminantes secundarios.

- Descarga de determinadas sustancias a la atmósfera como cloro, fluoruro, carbonos.
- Lluvia ácida
- Contaminación fotoquímica. (Maldonado 2012)

### **6.4.4 FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

(Marticorena, 2013) Aduce que las fuentes de contaminantes atmosféricas se pueden agrupar en dos tipos según su origen:

#### **6.4.5 FUENTES NATURALES**

Las fuentes naturales como rocío del agua de mar, partículas de polen, polvo, erupciones volcánicas, y procesos geotérmicos, así como las partículas arrastradas por los vientos, provenientes de la erosión del suelo. Estas partículas tienden a ser gruesas y con cortos tiempos de permanencia en la atmósfera. (Arimoto, 2012)

#### **6.4.6 FUENTES ARTIFICIALES O ANTROPOGENICOS**

“Las fuentes antropogénicas de material particulado incluyen procesos industriales de extracción; generación de calor doméstico e industrial; de combustibles fósiles; actividades de transporte, almacenamiento y traslado de materiales; circulación de vehículos”. (Alfaro, 2012)

### **6.5. MATERIAL PARTICULADO**

“La contaminación atmosférica por material particulado se define como la alteración de la composición natural de la atmósfera como consecuencia de la entrada de partículas en suspensión, ya sea por causas naturales o por la acción del hombre”. (García, 2016)

### 6.5.1 TIPOS DE MATERIAL PARTICULADO

Aunque los elementos que integran las partículas varían según las fuentes locales, en general:

**PM<sub>2.5</sub>**: son partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 2.5 µm, denominadas partículas finas o fracción fina (que por definición incluye a las partículas ultra finas), especialmente las emisiones de los vehículos diésel, estando fundamentalmente formadas por partículas secundarias: nitratos y sulfatos (originados por oxidación de NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>), aerosoles orgánicos secundarios, como el peroxiacetil nitrato (PAN) y los hidrocarburos poli cíclicos aromáticos (HPA).

Por el contrario, son pocas las fuentes primarias de partículas finas, por ejemplo, los procesos industriales de molienda y pulverización y los procesos rápidos de condensación de gases expulsados a altas temperaturas. (Barreto, 2015).

**PM<sub>10</sub>**: son partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 10 µm, es decir, comprende las fracciones fina y gruesa, suelen tener un importante componente de tipo natural, siendo contaminantes básicamente primarios que se generan por procesos mecánicos o de evaporación:

Los minerales locales o transportados, aerosol marino, partículas biológicas (restos vegetales) y partículas primarias derivadas de procesos industriales o del tráfico (asfalto erosionado y restos de neumáticos y frenos generados por abrasión), de entre los pocos contaminantes secundarios que entran a formar parte de su estructura destacan los nitratos. (Paredes, 2016).

Las partículas con un diámetro menor a 10 micrómetros PM<sub>10</sub> son un indicador que representa la fracción respirable de las partículas suspendidas totales susceptible de causar efectos a la salud, debido a que por su tamaño pueden penetrar más profundamente en el sistema respiratorio humano es decir en la parte torácica que incluye la tráquea, pulmones y bronquios. Las partículas suspendidas con un diámetro mayor a 10 micrómetros no penetran más allá de la nariz porque se quedan atrapadas en las estructuras nasales filtrantes que protegen al resto del aparato respiratorio.

Las partículas con un diámetro inferior a 2.5 micrómetros  $PM_{2.5}$ , son un indicador que representa la cantidad de partículas suspendidas que no se emiten directamente al aire, sino que se forman en la atmósfera como producto de reacciones químicas y procesos físicos; las partículas  $PM_{2.5}$  pueden alcanzarla cavidad alveolar y, por tanto, provocar daño en la salud de la población. Entre la exposición al material particulado atmosférico diversos efectos adversos sobre la salud. (Martínez, 2013).

## **6.6 COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL PARTICULADO**

El material particulado ha sido caracterizado de diferentes formas, incluyendo la concentración en masa total (Partículas en Suspensión Totales, PST), “La concentración de algunas de sus fracciones ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ), la composición química o la concentración de black carbón (BC)”. (Lazada 2012)

Las fuentes naturales de emisión de particular son pulverización del mar, incendios, emanaciones biogénicas y volcanes. La mayoría de las emisiones producidas por el hombre son fugas desde rutas o calles (pavimentadas o no), actividades de construcción, agricultura, actividades mineras e industrial.

La mitad del material particulado urbano está formado por negro de grafito procedente de la combustión de carburantes fósiles, principalmente en automotores, sobre todo los que funcionan con motor a Diesel. También contribuyen a su formación los calefactores domiciliarios, las centrales térmicas y las industriales que operan con carbón. (Martin 2014)

Las partículas finas resultan principalmente de procesos de combustión, incluyendo la condensación y transformación atmosférica de gases de escape para formar procesos mecánicos y erosión del viento producen partículas gruesas.

Las partículas finas típicamente consisten de sulfatos, nitratos, carbonatos orgánicos, amonio y plomo, mientras que las partículas gruesas están constituidas típicamente de óxidos de silicio, hierro, aluminio, sal del mar, partículas de cubiertas de automotores y partículas de plantas. (Suarez 2012).

## **6.7 EFECTOS EN LA SALUD**

Es importante desarrollar estudios en relación a las condiciones de seguridad en instituciones de educación superior, fábricas, industrias, entre otras, para determinar el potencial de riesgo al que están expuestos los trabajadores respecto a agentes químicos, físicos y biológicos presentes en cada área laboral. (López, 2009).

Uno de los problemas frecuentes es la exposición del personal a elevadas concentraciones de material particulado (PM), que aumenta el riesgo de eventos isquémicos agudos, altera la función autonómica e incrementa el riesgo de arritmias, dando lugar también a enfermedades oncológicas y emergentes. (Usepa, 2017)

El PM es una mezcla heterogénea de partículas líquidas y sólidas suspendidas en el aire, de diferentes tamaños, que pueden ser emitidas mediante dispersión mecánica del material orgánico y a través de la combustión no controlada.

En ambientes cerrados, como algunas instituciones, el PM se produce por actividades humanas o una organización laboral deficiente. Por el contrario, el llamado polvo atmosférico (MPS) consiste en pequeñas partículas suspendidas en el aire que debido a su peso descienden sobre la superficie solidificándose. (Gaviria, 2015).

## **6.8 EFECTOS EN LA NATURALEZA**

Una vez que las partículas  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  se emiten a la atmosfera, son transformadas o transportadas por procesos atmosféricos y finalmente depositadas y provocan la degradación de bosques, lagos, suelos, daños a la vida silvestre y humana, así como la corrosión de los materiales de los edificios o construcciones.

Durante su permanencia en la atmosfera, las partículas provocan diversos impactos al ambiente, uno de ellos es la disminución de la visibilidad y otro su efecto en el cambio climático. (Partisol, 2015).

Las principales rutas de exposición pueden ser el material particulado  $PM_{2.5}$  Y  $PM_{10}$  en el aire; el suelo contaminado el polvo contaminado e inclusive, dependiendo del área geográfica, la contaminación de cuerpos de agua por el lavado de jales o de suelos contaminados. (Celis, 2014)

En consecuencia, las zonas mineras deberían ser consideradas como sitios potencialmente peligrosos para la salud, y sería necesario establecer una metodología especial para su estudio que incluyera la evaluación de tres factores:

A) la caracterización de la biodisponibilidad de los metales; b) el estudio de la toxicidad de los residuos, bajo la perspectiva de que su toxicidad dependerá de la interacción de los metales presentes en ellos, y c) el análisis de la contaminación de los medios del ambiente a fin de determinar las rutas de mayor riesgo para la comunidad afectada. (Jiménez, 2017)

## **6.9 EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA MEDICION**

### **6.9.1 Descripción del E-BAM (Monitor de Atenuación Beta)**

El E-BAM es un monitor automático de PTS (TSP), MP 10 (PM 10) y MP 2.5 (PM 2.5) basado en el filtro y detección de atenuación beta. El E-BAM tiene la misma operación básica que los muestreadores manuales basados en filtro tales como el muestreador de Alto Volumen con cabezal de muestreo selectivo por tamaño de partículas. El E-BAM es un monitor portátil de aire atmosférico basado en el principio de la absorción/atenuación beta. La atenuación beta es una tecnología probada que ha sido utilizada para el monitoreo de partículas en los últimos 40 años.

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

El equipo está compuesto por: Trípode, Reten y Tuerca, Perno, Sensor de temperatura, Caja E-BAM, Brazo de soporte cruzado, Tubo de entrada, Sed de pernos Allen, Cabezal PM 2.5, Sistema de medición, Sistema de datos, Sistema de flujo, Cabezales, Mecanismo de soporte de filtro, Fluómetro controlador de flujo o bomba.

**Figura 1**

***EQUIPO E-BAM***



***Fuente: Lema Santiago***

**VENTAJAS DEL EQUIPO**

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

## **6.10 MARCO LEGAL**

Se denota de esta manera al marco referencia legal e institucional vigente que rodea al tema propuesto sean leyes, normas, reglamentos, convenios e instructivos que respaldan la realización del Inventario de emisiones atmosféricas.

### **6.10.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Publicada en el Registro Oficial No 449 del 20 de octubre del 2008.

Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado:

**Art. 14.-** “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SUMAK KAWSAY”. 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 preservación del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

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

#### **Art 7. Obligaciones de los titulares de instalaciones donde se desarrollen actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera.**

g) Realizar controles de sus emisiones y cuando corresponda de la calidad del aire, en la forma y periodicidad prevista en la normativa aplicable.

## **CAPITULO II Evaluación y gestión de la calidad del aire.**

**Art 9. Contaminantes atmosféricos y objetos de calidad del aire.** Las administraciones públicas en el ámbito de sus competencias adoptaran las medidas necesarias para mejorar la calidad del aire y cumplir los objetivos que se establezcan de conformidad con la ley.

## **Art 10. Evaluación de la calidad del aire.**

Deberían realizar una evaluación preliminar de los niveles de contaminación en relación con los contaminantes a los que se refieran los objetivos de calidad del aire, en aquellas partes de sus territorios donde no existan mediciones representativas de dichos niveles.

### **6.10.2 ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS**

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

**Material particulado menor a 10 micrones (PM<sub>10</sub>).**- El promedio aritmético de la concentración de PM<sub>10</sub> de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 µg/m<sup>3</sup>). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m<sup>3</sup>), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

**Material particulado menor a 2,5 micrones (PM<sub>2.5</sub>).**- El promedio aritmético de la concentración de PM<sub>2.5</sub> de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 µg/m<sup>3</sup>). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65 µg/m<sup>3</sup>), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

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



**Tabla 4***Niveles de Alerta, de Alarma y de Emergencia en lo Referente a la Calidad del Aire*

<b>NIVEL DE ALERTA</b>	<b>NIVEL DE ALARMA</b>	<b>NIVEL DE EMERGENCIA</b>
Informar al público, mediante los medios de comunicación, del establecimiento del Nivel de Alerta. Restringir la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alerta para uno o más contaminantes específicos. Estas últimas acciones podrán consistir en limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas de combustión, tales como soplado de hollín, o solicitar a determinadas fuentes fijas no reiniciar un proceso de combustión que se encuentre fuera de operación	Informar al público del establecimiento del Nivel de Alarma. Restringir, e inclusive prohibir, la circulación de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alarma. Esto podrá incluir en limitar el tiempo de operación para aquellas fuentes fijas que no se encontraren en cumplimiento con las normas de emisión. Suspender cualquier quema a cielo abierto.	Informar al público del establecimiento del Nivel de Emergencia. Prohibir la circulación y el estacionamiento de vehículos, así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de emergencia. Se deberá considerar extender estas prohibiciones a todo el conjunto de fuentes fijas de combustión, así como vehículos automotores, presentes en la región bajo responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control. Suspender cualquier quema a cielo abierto, e inclusive, proceder a combatir dichas quemas.

*Elaborado por: Lema Santiago*

**Tabla 5**

*Concentraciones de Contaminantes Comunes de Alerta, de Alarma y de Emergencia en lo Referente a la Calidad del Aire*

<b>CONTAMINANTE Y PERIODO DE TIEMPO</b>	<b>ALERTA</b>	<b>ALARMA</b>	<b>EMERGENCIA</b>
<b>Monóxido de carbono.</b> Concentración promedio en ocho horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).	15000	30000	40000
<b>Oxidantes fotoquímicos expresados como ozono.</b> Concentración promedio en una hora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).	300	600	800
<b>Óxidos de nitrógeno, NO<sub>2</sub>.</b> Concentración promedio en una hora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).	1200	2300	3000
<b>Dióxido de azufre</b> Concentración promedio en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).	800	1600	2100
<b>Material particulado PM 10</b> Concentración en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	250	400	500
<b>Material Particulado PM 2.5</b> Concentración en veinticuatro horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	150	250	350

*FUENTE: LIBRO VI DE LA NORMATIVA TULSMA Anexo 4*

*Elaborado por: Lema Santiago*

## 7 PREGUNTA CIENTIFICA

¿La medición de ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) ayudó a determinar si la generación de partículas finas en la zona de estudio, se encuentra por debajo de los límites permisibles según la legislación vigente?

Mediante el monitoreo realizado durante las 24 horas de acuerdo a la normativa EPA y el TULSMA el Libro VI Anexo 4, donde manifiesta sobre los límites permisibles del material particulado emanados al aire libre, los datos de concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  no deben sobrepasar los  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en un promedio de 24 horas, por lo tanto, en los diferentes puntos de la Parroquia Mulaló están dentro de los límites permisibles ya que en el sector de San Ramón el valor es de  $0.014 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en centro de Mulaló el valor es de  $0.0096 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Con respecto a los datos de concentración de material particulado  $PM_{2.5}$  no deben sobrepasar los  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en un promedio de 24 horas, los datos obtenidos en los diferentes puntos de la Parroquia Mulaló están dentro de los límites permisibles, ya que en el sector de San Ramón el valor es de  $0.016 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en el centro de Mulaló el valor es de  $0.031 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , estos datos se encuentran en los límites permisibles.

## CAPITULO II

### 8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

#### 8.1 Área de estudio

La determinación del material particulado se realizó mediante monitoreo, en diferentes puntos en la Parroquia Mulaló Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Temperatura 13 °C.

Precipitación de 613 mm.

**Figura 2.**

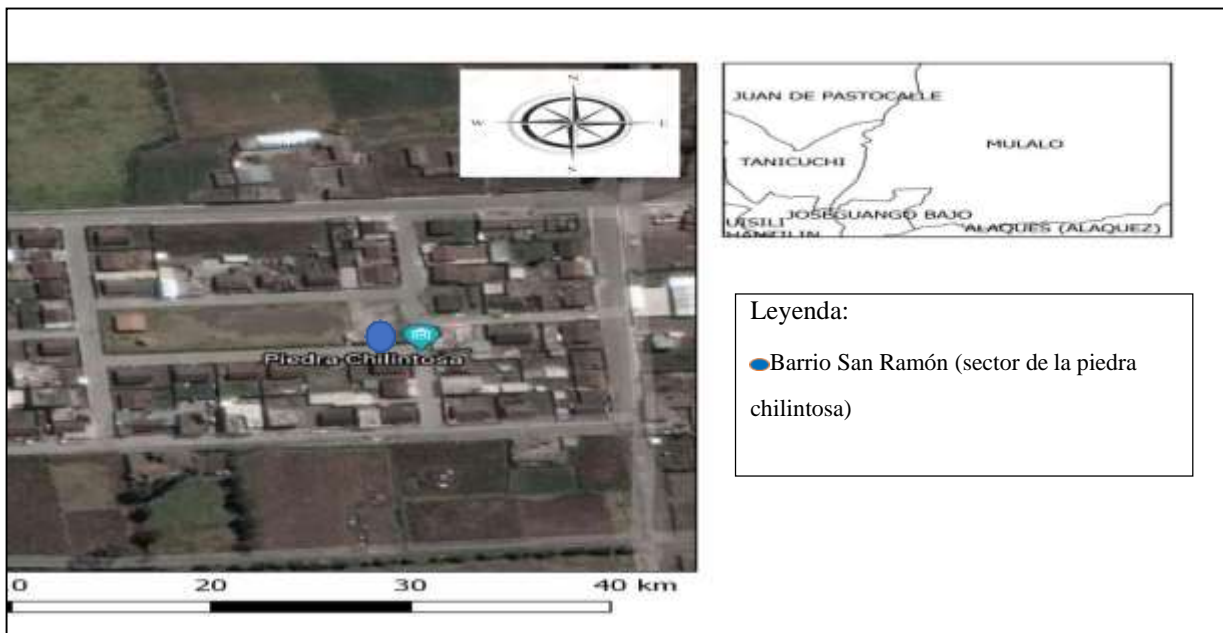
#### **MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO CALIDAD DE AIRE**



*Elaborado. Lema Santiago*

**Figura 3.**

**Punto 1 Mapa de muestreo vía al Barrio San Ramón**



*Elaborado. Lema Santiago*

**Figura 4.**

**Punto 2 Centro de la Parroquia Mulaló**



*Elaborado. Lema Santiago*

Para el monitoreo de material particulado se identificaron dos puntos estratégicos en la Parroquia, la identificación de los puntos se lo realizó por las empresas bloqueras que existen en el lugar de estudio y por el tránsito vehicular.

## **8.2 Tipos de investigación.**

### **8.2.1 Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva se utilizó para la obtención de las bases de conocimiento necesarias y la noción del estado actual del problema identificado.

### **8.2.2 Investigación bibliográfica**

La investigación bibliográfica permitió recopilar información importante de estudios que se han realizado anteriormente sobre la calidad de aire, la que ayudo en la identificación del problema y estableciendo conocimientos necesarios para la ejecución del presente estudio.

### **8.2.3 Investigación de campo**

La investigación de campo se empleó durante la recopilación de datos y de información a través de la utilización del equipo en los diferentes puntos de monitoreo.

### **8.2.4 Investigación Analítica**

La investigación analítica permitió el análisis de los resultados obtenidos, del monitoreo realizado en cada uno de los puntos ya que ayudo a verificar si el material particulado se encuentra o no en los límites permisibles de acuerdo a la norma vigente.

## **8.3 Métodos**

### **8.3.1 Método inductivo**

Permitió generar conocimientos de los contaminantes emanados por las empresas bloqueras, generando resultados para la comparación con los límites máximos permisibles vigentes.

En el siguiente método se aplicaron las siguientes etapas:

**Observación.** - Se utilizó la observación directa para poder identificar cuáles son las causas de las emisiones de material particulado.

**Análisis equipo E-BAM.** - Luego de haber obtenido la base de datos de los puntos monitoreados por el equipo E-BAM se analizó la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .

**Comparación.** - Los resultados obtenidos se compararon con la normativa ambiental ecuatoriana vigente.

## **8.4 Técnicas**

### **8.4.1 Observación directa.**

La observación directa en la presente investigación permitió realizar un planteamiento adecuado del problema de estudio, ya que permitió un acercamiento al área donde se llevó a cabo el trabajo de campo.

### **8.4.2 Monitoreo**

El monitoreo se realizó durante 24 horas del día según la Normativa EPA-450/4-87-007 con la utilización del equipo E-BAM lo que permitió la obtención de datos, también se pudo identificar puntos estratégicos para la mención de los contaminantes en el lugar de estudio.

### **8.4.3 Análisis de datos**

El análisis de datos permitió sacar la media de los resultados obtenidos de los puntos de monitoreo, para posteriormente analizar el grado de contaminación del material particulado en el lugar de estudio mediante la comparación con la normativa vigente.

## **8.5 Instrumentos**

Instrumentos

Equipos

- Libreta de campo. - registro de coordenadas para la ubicación del área en estudio con los puntos de muestreo.

Recursos tecnológicos

- GPS para la obtención de coordenadas geográficas.
- Cámara fotográfica para el registro de actividades.
- Computadora para realizar el procedimiento, manejo y análisis de resultados.
- Equipo de medición  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .
- Excel. Procesar y calcular las concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .

## **8.6 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO Y ANÁLISIS DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES**

### **E-BAM**

La normativa ecuatoriana TULSMA, El libro VI Anexo 4 manifiesta sobre los límites permisibles de las emisiones del material particulado la cual también nos manifiesta que para el respectivo monitoreo se debe seguir la Normativa EPA-450/4-87-007 de mayo de 1987 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la prevención del Deterioro Ambiental.

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

- **Selección del sitio de muestreo.**

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

Al realizar el monitoreo se identificaron los puntos donde hay mayor concentración de material particulado el primer punto se lo identifico en el Barrio San Ramón de la parroquia de Mulaló por la existencia de las empresas bloqueras que genera concentraciones de material particulado y el punto dos en el Centro de la parroquia por el tránsito vehicular, el equipo se instaló de acuerdo a la dirección del viento.

- **Espaciamiento desde obstrucciones.**

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

- **Espaciamiento desde Carreteras/Caminos (Roads).**

Al localizar el E-BAM cerca de una calle de menor tráfico, debe estar a una distancia mayor de 5 metros del límite de la vía de tráfico más cercana y entre 2 a 15 metros sobre el nivel del suelo. Al localizar el E-BAM por debajo del nivel de la autopista (5 metros o más),



debería ser localizado no más cercano a aproximadamente 25 metros desde el borde de la pista de tráfico más cercana.

- El E-BAM no debe ser utilizado en áreas no pavimentadas a menos que exista una cubierta vegetal del terreno durante todo el año. La cubierta vegetal minimiza el impacto del arrastre de polvo re suspendido o polvos fugitivos.
- El monitoreo que se realizó con el equipo E-BAM es de 24 horas ya que así especifica la normativa.
- Una vez obtenido los datos del material particulado se obtuvo un registro de datos para su posterior análisis.
- Se utilizó el programa Excel para realizar la base de datos y el análisis.
- Luego de haber adquirido los datos se procedió al análisis de acuerdo a la Normativa Ecuatoriana TULSMA, Anexo 4, Tabla 1 y así comparar si se encuentran o no en los límites permisibles.

## **9. DISEÑO NO EXPERIMENTAL**

### **9.1 Media**

Se utilizó la media de los datos para obtener un promedio de los resultados muestreados para poder comparar con la normativa.

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Dónde:

$n$ : Número datos

$x$ : Promedio de la muestra

### CAPITULO III

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### PUNTO 1: Barrio San Ramón Parroquia Mulaló

**Figura 5**

*Datos del Material Particulado PM10 (24 HORAS)*



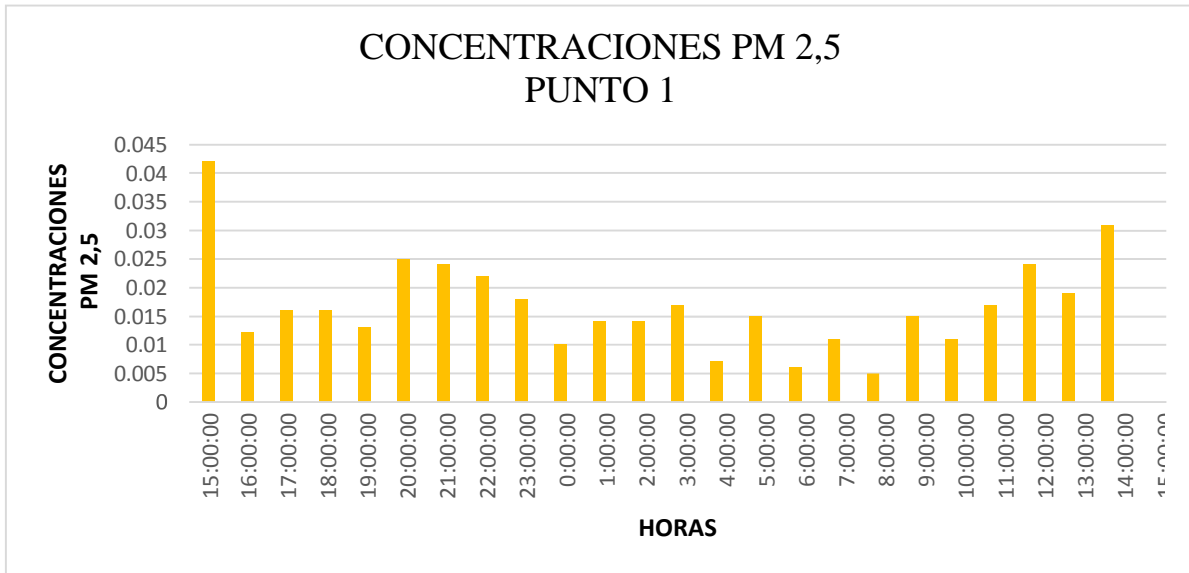
*Elaborado por: Lema Santiago*

### INTERPRETACIÓN

Los datos obtenidos de PM<sub>10</sub> en el Barrio San Ramón muestran diferentes concentraciones en todo el día sin embargo existen horarios en donde se muestran concentraciones altas, estas concentraciones ocurren a las 15 pm y dan el siguiente valor 0.037  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  otro de los picos altos que tenemos es a las 11 am y dan el siguiente valor 0.040  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  esto se debe a la velocidad del viento ya que en esas horas el viento disminuye y el valor mínimo es de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es porque en esa hora no existe ninguna actividad que genere material particulado.

**Figura 6.**

*Datos del Material Particulado PM2.5 (24 HORAS)*



*Elaborado por: Lema Santiago*

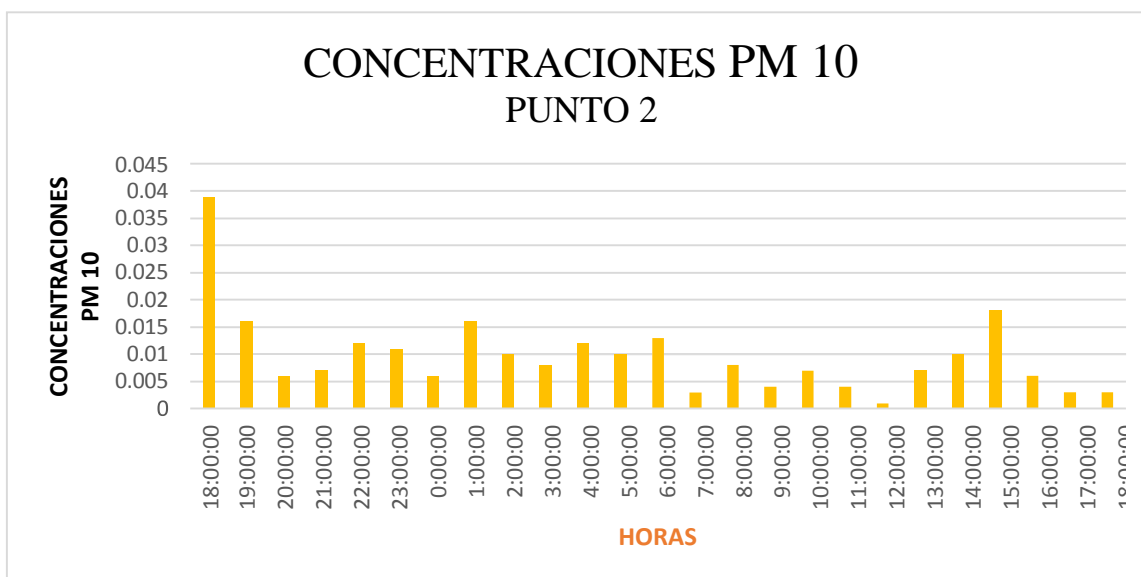
## **INTERPRETACIÓN**

Los datos obtenidos de PM<sub>2.5</sub> en el Barrio San Ramón muestran diferentes concentraciones en todo el día sin embargo existen horarios en donde se muestran concentraciones altas, esto se da en las siguientes horas de la tarde exactamente a las 15 pm, y dan el siguiente valor 0.042  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  otro de los picos altos que tenemos es a las 14 pm y dan el siguiente valor 0.024  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esto se debe a que en este tiempo transportan la materia prima para la elaboración de bloques las concentraciones más bajas se deben a que no hay mucha actividad que permita generar material particulado.

## PUNTO 2: Centro de la Parroquia Mulaló

Figura 7

*Datos del Material Particulado PM10 (24 Horas)*



*Elaborado por: Lema Santiago*

### INTERPRETACION

Los datos obtenidos de PM<sub>10</sub> en el Centro de la Parroquia muestran diferentes concentraciones en todo el día, sin embargo, existen horarios en donde se muestran las concentraciones altas esto se da a las 18 pm y da un valor de 0.039  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  esto se debe a que aumenta el tránsito vehicular por lo que genera mayor cantidad de material particulado y el valor mínimo es de 0.001  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  es porque a esta hora no existe ninguna actividad que genere material particulado.

**Figura 8**

*Datos del Material Particulado PM2.5 (24 Horas)*



*Elaborado por: Lema Santiago*

## **INTERPRETACIÓN**

Los datos obtenidos de PM<sub>2.5</sub> en el Centro de la Parroquia muestran diferentes concentraciones en todo en todo el día, sin embargo, existen horarios en donde se muestran diferentes concentraciones siendo la más alta en el horario de 18 pm el siguiente valor 0.147  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  esto se debe a que aumenta el tránsito vehicular por lo que genera la mayor cantidad de material particulado y el valor mínimo es de 0.006  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  debido a que no existe mucho tránsito que permita generar material particulado.

## 10.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Tabla 6**

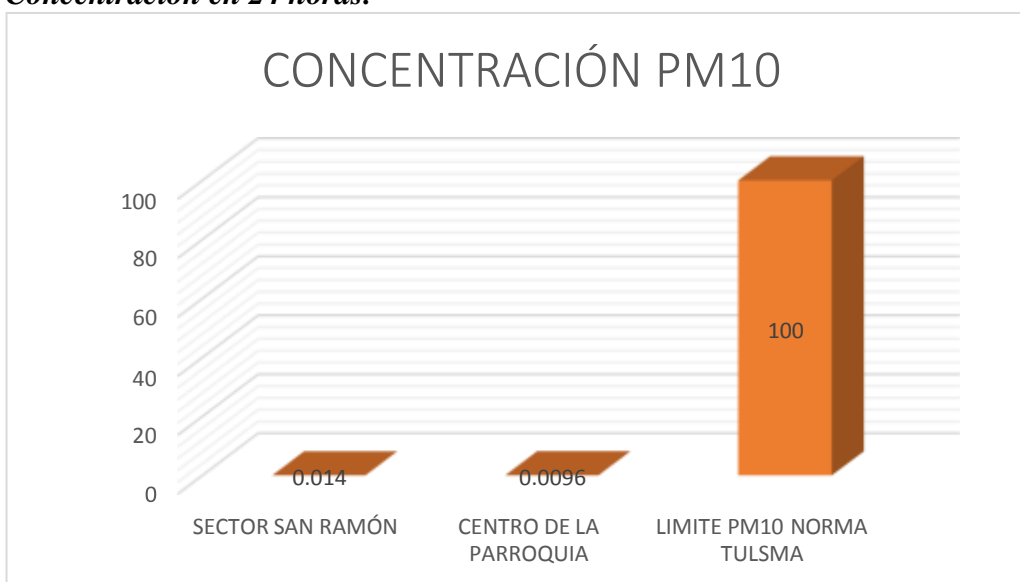
*Concentración Promedio de PM<sub>10</sub> de los Sectores y Límites de la Normativa TULSMA*

CONCENTRACIÓN PM <sub>10</sub>	
SECTOR SAN RAMÓN	0.014 µg/ m <sup>3</sup>
SECTOR CENTRO DE LA PARROQUIA	0.0096 µg/ m <sup>3</sup>
LIMITE PM <sub>10</sub> NORMA TULSMA	100 µg/ m <sup>3</sup>

*Elaborado por: Lema Santiago*

**Figura 9**

*Comparación con la Normativa TULSMA para PM10 Límites Promedio de Concentración en 24 horas.*



*Elaborado por: Lema Santiago*

### INTERPRETACIÓN

Según la Normativa TULSMA los datos de concentraciones de material particulado PM<sub>10</sub> no deben sobrepasar los 100 µg/ m<sup>3</sup> en un promedio de 24 horas, por lo tanto, los datos obtenidos en los diferentes puntos de la Parroquia Mulaló están dentro de los límites permisibles ya que en el sector de San Ramón el valor es de 0.014 µg/ m<sup>3</sup> y en centro de Mulaló el valor es de 0.0096 µg/ m<sup>3</sup>.

**Tabla 7**

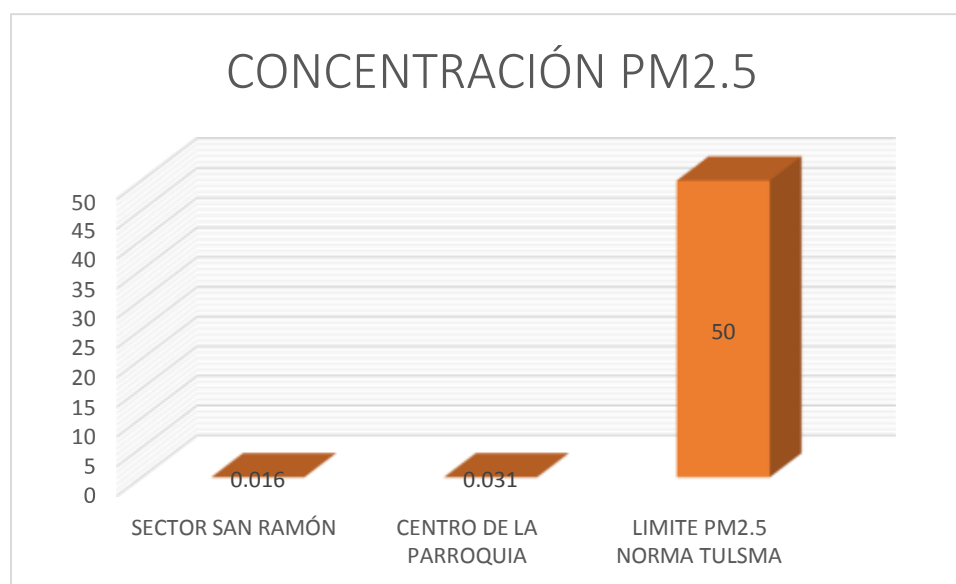
**Concentración Promedio de PM<sub>2.5</sub> de los Sectores y Límites de la Normativa TULSMA**

CONCENTRACIÓN PM <sub>2.5</sub>	
SECTOR SAN RAMÓN	0.016 µg/ m <sup>3</sup>
SECTOR CENTRO DE LA PARROQUIA	0.031 µg/ m <sup>3</sup>
LIMITE PM <sub>2.5</sub> NORMA TULSMA	50 µg/ m <sup>3</sup>

*Elaborado por: Lema Santiago*

**Figura 10**

**Comparación con la Normativa TULSMA para PM<sub>2.5</sub> Límites Promedio de Concentración en 24 horas.**



*Elaborado por: Lema Santiago*

**INTERPRETACIÓN**

Según la Normativa TULSMA los datos de concentración de material particulado PM<sub>2.5</sub> no deben sobrepasar los 50 µg/ m<sup>3</sup> en un promedio de 24 horas, los datos obtenidos en los diferentes puntos de la Parroquia Mulaló están dentro de los límites permisibles, ya que en el sector de San Ramón el valor es de 0.016 µg/ m<sup>3</sup> y en el centro de Mulaló el valor es de 0.031 µg/ m<sup>3</sup>.

## Comparación de resultados entre los puntos monitoreados

**Tabla 8**

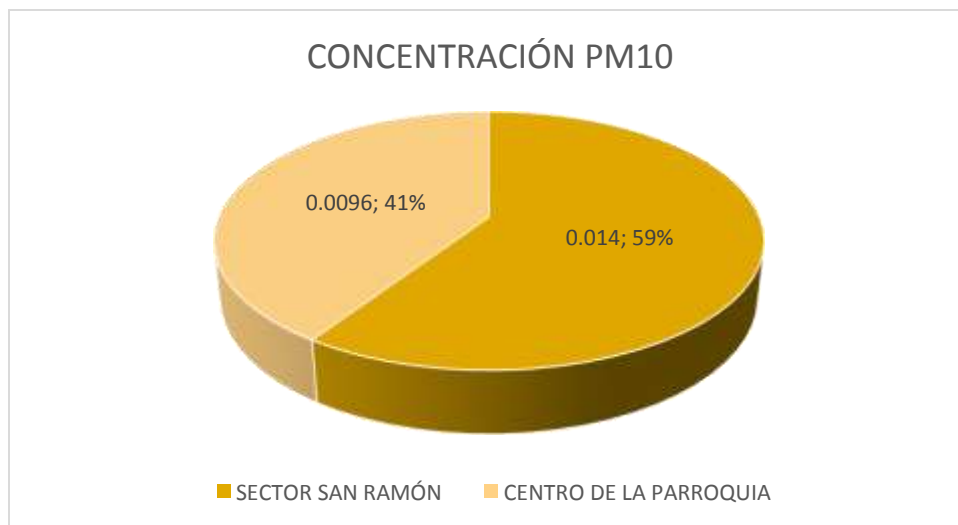
*Concentración Promedio de PM<sub>10</sub> de los dos Sectores*

CONCENTRACIÓN PM <sub>10</sub>	
SECTOR SAN RAMÓN	0.014 µg/ m <sup>3</sup>
SECTOR CENTRO DE LA PARROQUIA	0.0096 µg/ m <sup>3</sup>

*Elaborado por: Lema Santiago*

**Figura 11**

*Concentración Promedio PM<sub>10</sub>*



*Elaborado por: Lema Santiago*

## INTERPRETACIÓN

Las diferentes concentraciones de PM<sub>10</sub> entre los diferentes puntos de monitoreo dentro de la Parroquia indica en que sector existe mayor concentración de material particulado, en este caso la mayor concentración de PM<sub>10</sub> se da en el Sector de San Ramón, con un valor de 0.014 µg/ m<sup>3</sup> que corresponde a un 59%, esto se da porque en el sector existen fabricas bloqueras a comparación del Centro de la Parroquia que nos da un valor de 0.0096 µg/ m<sup>3</sup> que corresponde a un 41%.



**Tabla 9**

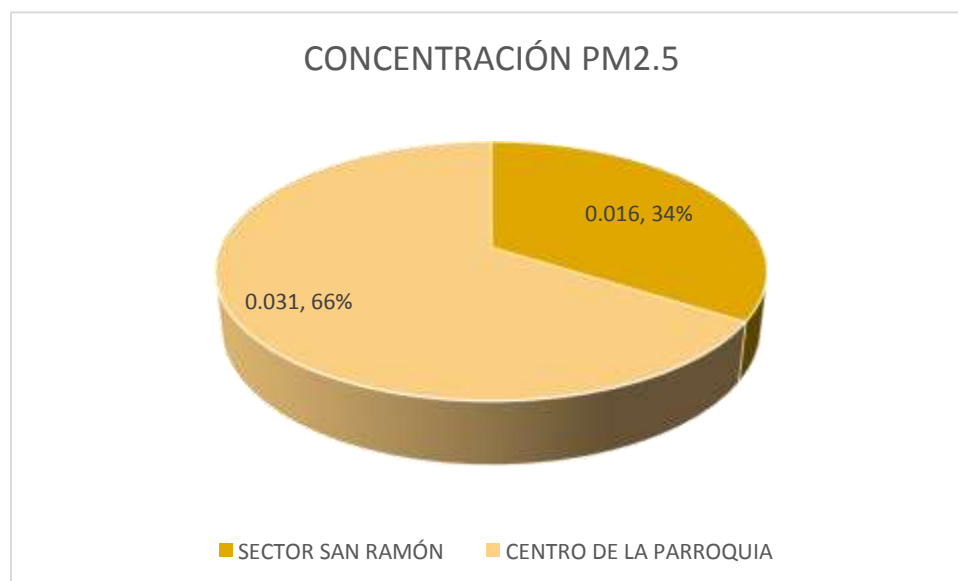
*Concentración Promedio de PM<sub>2.5</sub> de los dos Sectores*

CONCENTRACIÓN PM <sub>2.5</sub>	
SECTOR SAN RAMÓN	0.016 µg/ m <sup>3</sup>
SECTOR CENTRO DE LA PARROQUIA	0.031 µg/ m <sup>3</sup>

*Elaborado por: Lema Santiago*

**Figura 12**

*Concentración promedio PM<sub>2.5</sub>*



*Elaborado por: Lema Santiago*

**INTERPRETACIÓN**

Las diferentes concentraciones de PM<sub>2.5</sub> entre los diferentes puntos de monitoreo dentro de la Parroquia indica que en el sector existe mayor concentración de material particulado, en este caso la mayor concentración de PM<sub>2.5</sub> se da en Centro de la Parroquia con un valor de 0.031 µg/ m<sup>3</sup> que corresponde a un 66%, esto se da porque en el sector existen mayor tránsito vehicular y no existen fábricas de bloque a comparación del sector de San Ramón que nos da un valor de 0.016 µg/ m<sup>3</sup> que corresponde a un 34%.

## **11 IMPACTOS**

### **11.1 SOCIAL**

Al conocer la situación actual de la concentración del material particulado se pudo determinar que las concentraciones altas dadas en diferentes horarios afectan la calidad del aire perjudicando la salud de los habitantes del sector, por lo tanto, el estado del ambiente en el sector se determinó en estado Alerta según la Normativa TULSMA.

A nivel general existe ya una cierta conciencia colectiva sobre el problema del calentamiento global, y las repercusiones de la contaminación del aire en nuestra salud y futuro, gracias al trabajo realizado se puede decir que a nivel individual y empresarial todavía estamos muy lejos de conseguir actitudes y conductas respetuosas con la naturaleza, primando el confort, el espíritu consumista, y los beneficios económicos.

### **11.2 AMBIENTAL**

A través del monitoreo realizado sobre material particulado se obtuvo resultados de los diferentes puntos establecidos en donde se ubicó el equipo E-BAM, los datos se encuentran en los límites permisibles según la normativa vigente, pero cabe recalcar que en ciertas horas existen altas concentraciones las cuales contribuyen al deterioro de la calidad del aire.

Por eso resulta necesaria la acción de los gobiernos en el sentido de promulgar leyes que obliguen a reducir la emisión de gases contaminantes a la atmosfera, a nivel de ciudadanía e industrias, así como acuerdos que se comprometan a realizar acciones en favor de un crecimiento sostenible, mediante normativas que primen el cumplimiento de medidas, y sancionen a quién no mantenga los compromisos y obligaciones

## **12 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN LA PARROQUIA MULALO.**

### **INTRODUCCIÓN**

La contaminación del aire por material particulado constituye en la actualidad uno de los principales problemas ambientales, tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, pese a los beneficios económicos que se derivan del desarrollo de las diferentes actividades, existen indicios que la misma contribuye al deterioro de la calidad del aire, por el volumen de material particulado que se emite a la atmosfera la cual causa diferentes enfermedades a la población, por lo tanto se realizaran medidas ambientales de mitigación para disminuir la contaminación ambiental.

Las medidas de mitigación ambiental, constituyen el conjunto de acciones de prevención, control y compensación de impactos ambientales negativos, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente se exponen las medidas necesarias para mitigar los impactos ambientales negativos generales del proyecto teniendo en cuenta las acciones o actividades impactantes que producen o generan efectos sobre el Medio Ambiente.

### **JUSTIFICACIÓN**

Se conoce la importancia del control de la contaminación del aire generado por material particulado, reconociendo que estos causan enfermedades, por lo tanto, es necesario elaborar estrategias de mitigación para material particulado y así mejorar la calidad del aire, por ende, también la calidad de vida de los habitantes de la Parroquia Mulaló.

En base a la evaluación realizada sobre material particulado las medidas que se analizan, implican acciones destinadas fundamentalmente para controlar las situaciones de incremento de concentración de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> ya que al realizar el monitoreo dieron diferentes concentraciones altas en ciertas horas tomando en cuenta que para PM<sub>10</sub> es de 100 µg/ m<sup>3</sup> y de PM<sub>2.5</sub> 50 µg/ m<sup>3</sup> según la Normativa TULSMA y el monitoreo realizado dieron los siguientes horarios de 15:00 pm da el siguiente valor 0.037 µg/ m<sup>3</sup> y a las 11:00 pm da el siguiente valor 0.040 µg/ m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> a las 18 pm el siguiente valor 0.147 µg/ m<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub> esto se da por las diferentes actividades que realizan en la parroquia

Mulaló, porque existen fábricas de bloque y es ahí donde existe mayor concentración de material particulado, por lo tanto al realizar el plan de mitigación es que los camiones que promueven de la materia prima para la fabricación de bloques, se encuentren menos de la capacidad establecida para así evitar que el material sea volátil al momento de transportarlo y que se encuentre bien cubierto, utilizar el transporte público y en caso de emergencia o alguna movilización urgente utilizar su propio vehículo. Esto ayudará a la disminución de la contaminación ambiental y también contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

## **OBJETIVO**

Proponer medidas de mitigación y control del material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en la parroquia Mulaló.

### **Estrategia: 1**

**Socializar los resultados obtenidos durante el monitoreo de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$**

**Lugar de ejecución:** Parroquia Mulaló

### **Responsables:**

- GAD de la Parroquia Mulaló
- Autoridades sectoriales
- Universidad Técnica de Cotopaxi (Carrera Ingeniera en Medio Ambiente)

La socialización de los resultados obtenidos en el monitoreo se lo realizará a los moradores de la Parroquia Mulaló, ya que es importante que conozcan cómo se encuentra la calidad de aire en el sector y como este afecta a la salud de las personas.

En la socialización se abordarán las siguientes temáticas:

- Generación de material particulado.
- Puntos estratégicos localizados para el monitoreo de la concentración de material particulado en la Parroquia.
- Tipos de material particulado que se va a monitorear.

- Tiempo de monitoreo de acuerdo a la Normativa EPA-450/4-87-007 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la prevención del deterioro ambiental.
- Resultados obtenidos en monitoreo.
- Análisis de las concentraciones altas en diferentes horarios.

**Resultados esperados:**

Con las temáticas expuestas se espera dar buena información a los moradores del sector sobre la concentración de material particulado y como esto genera efectos negativos al ambiente, y así concientizar a cada una de las personas para que disminuyan la concentración de material particulado y así poder contribuir con la disminución de la contaminación del aire.

**Duración:**

La socialización se lo realizará durante 12 horas.

**Estrategia: 2**

**Capacitar sobre diferentes temáticas ambientales de los resultados obtenidos del monitoreo de Material Particulado.**

**Lugar de Ejecución:** Parroquia Mulaló

**Responsable:**

- GAD de la Parroquia Mulaló
- Autoridades sectoriales
- Universidad Técnica de Cotopaxi (Carrera Ingeniera en Medio Ambiente)

Luego de haber socializado los resultados se capacitará a las siguientes temáticas.

- Contaminación del aire por material particulado.
- Generación de material particulado por fuentes naturales y antropogénicas.
- Efectos negativos sobre el medio ambiente.
- Efectos negativos a la salud.
- Informe del estado de la parroquia según la Normativa TULSMA Libro IV Anexo 4.
- Capacitación sobre el monitoreo continuo.

**Resultados esperados:**

La capacitación se lo realizará con la finalidad de concientizar a las personas sobre las consecuencias que causan la contaminación del aire por material particulado.

**Duración:**

La capacitación se lo realizara durante 15 horas.

**Estrategia: 3**

**Determinar estrategias de mitigación para el control del material particulado.**

**Lugar de Ejecución:** Parroquia Mulaló

**Responsables:**

- GAD de la Parroquia Mulaló
- Autoridades Sectoriales
- Ministerio de Transporte y Obras Publicas

Para el control de material particulado se tomarán en cuenta las siguientes especificaciones:

- Realizar cerramiento en el área de trabajo en las fábricas de bloque.
- Usar riegos periódicos de agua en el ingreso de materia prima.
- Cubrir la materia prima con lonas o plásticos.
- Realizar convenio con el municipio para el mejoramiento de las vías.
- El transporte de materia prima se deberá realizar cubierto con lonas.
- Las bloqueras deberán estar ubicadas en base a especificaciones técnicas.

**Resultados esperados:**

Las siguientes especificaciones se las realizará con la finalidad de disminuir la generación de material particulado, esto se realizará durante la fase de producción de bloques y en el caso del mejoramiento de las vías se lo realizará durante 1 año.

### 13 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**TABLA 10**

*Presupuesto para la Elaboración del Proyecto*

RECURSOS	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	RECURSO HUMANO		
Tutor			
Estudiante			
	RECURSO, MATERIALES		
Libreta de campo	1 libreta	\$ 2.50	\$ 2.50
GPS-ARCGIS	18 horas	\$ 5.00	\$ 90.00
Equipo para la medición del material particulado	18 horas	\$ 25.00	\$ 450.00
Cámara fotográfica	20 horas	\$ 2.50	\$ 50.00
RECURSO TECNOLÓGICO			
Internet	300 horas	0.8ctvs.	\$ 240
Copiadora	180 hojas	0.10 ctvs.	\$ 18.00
Anillado	3 anillados	\$ 1.50	\$ 4.50
OTROS	Gastos adicionales	\$ 40.00	\$ 40.00
TOTAL			\$ 895
IMPROVISTOS 10%			\$ 89.5
TOTAL, GENERAL			\$ 984.5

*Elaborado por: Lema Santiago*

## 14. CONCLUSIONES

- ❖ A través del diagnóstico realizado en la Parroquia Mulaló, se identificaron dos puntos estratégicos para realizar el monitoreo y así poder determinar la concentración del material particulado.
- ❖ Con los resultados obtenidos mediante el monitoreo del material particulado, se encuentran dentro de los límites permisibles según la normativa cabe recalcar que en ciertas concentraciones altas, pero no sobrepasan los límites permisibles esto se debe a que en esas horas hay un incremento vehicular y en el caso de las bloqueras es por el transporte de materia prima.
- ❖ El grado de contaminación por la concentración de material particulado se encuentra los límites permisibles ya que para  $PM_{10}$  son  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y para  $PM_{2.5}$  es de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  según la Normativa Ecuatoriana de Calidad de Aire TULSMA y los resultados que se obtuvieron son  $0.037 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $0.040 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{10}$  y  $0.147 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{2.5}$ .
- ❖ Mediante la comparación que se realizó entre puntos se pudo identificar que la mayor concentración de material particulado, se da en el Centro de la Parroquia debido al tránsito vehicular que existe ya que los vehículos emanan gran cantidad de material particulado en el sector.



## **15. RECOMENDACIONES**

- ❖ Informar a las autoridades y a la población los peligros a los que están expuestos respecto a los contaminantes emanados al aire libre, las cuales son generados por diferentes actividades y así poder prevenir enfermedades.
  
- ❖ Sociabilizar y dar a conocer a los entes gubernamentales sobre los datos obtenidos y así poder analizar en qué situación se encuentra la contaminación del aire en el lugar de estudio.
  
- ❖ Realizar el monitoreo continuo para verificar si en el transcurso del tiempo existe el incremento de material particulado y así poder proponer medidas de mitigación para el cuidado y protección del ambiente.
  
- ❖ Realizar el monitoreo del material particulado tomando en cuenta más puntos y así poder dar mejor información a la población.
  
- ❖ Según el estudio realizado de la concentración de material particulado es de mucha importancia realizar el análisis químico para poder determinar de qué sustancia química está compuesto.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro S.C., (2012) *Producción de aerosoles minerales por erosión eólica: tamaños de partículas de aerosol y energías de unión.*
2. Arimoto R.. (12 de 20 de 2012). *Monitoreo de material particulado* . Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/903/90330201/>
3. Barreto, J. (21 de 03 de 2015). *Particulas en suspensión.* Obtenido de <http://www.terra.org/categorias/articulos/los-contaminantes-atmosfericos-las-particulas-en-suspension-pm>
4. Celis, E (2014), *Aspectos generales de la contaminación atmosférica por material particulado*, Ciencia Ahora, 14
5. GADL.(2016).  
[http://latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT\\_Latacunga\\_2016-2028.pdf](http://latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf).
6. Gaitan, M. (15 de 09 de 2007). *Análisis de la calidad de aire en Bogotá.*
7. García, C. (24 de 04 de 2016). *Contaminación de material particulado menor a 10 micras* .
8. Gaviria, C. F, Benavides, C., & Arroyave, C. (2015). *Contaminación por material particulado (PM2.5 y PM10) consultas por enfermedades respiratorias* Facultad Nacional de Salud Pública.
9. Icontec. (06 de 11 de 2013). *Gestion ambiental aire.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/903/90330201/>
10. INEC. (2010). *SITUACIÓN A NIVEL DE LOS CANTONES. Cotopaxi*
11. Jiménez, L. (2017). *Medio Ambiente y Desarrollo Alternativo (Gestión Racional de los recursos para una sociedad perdurable)*. España.
12. Lazada, G. (2012). *Evaluación de los Riesgos por emisiones de Partículas en fuentes estacionarias de combustión.* España.
13. López. (2009). *Aire, El Dióxido de Nitrógeno como Contaminante.* El CidEditor.
14. MAE. (10 de 2012). *Calidad de aire.* Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>

15. Maldonado, L. (23 de 10 de 2012). *Partículas en suspensión* . Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/particulas-suspension-pm/index.htm>
16. MANUAL OPERACIÓN E-BAM. *Analizador de material particulado* Disponible en: <https://www.env.nm.gov/wpcontent/uploads/2018/02/Spanish Versión Operación Manual.pdf>
17. Marticorena B., Bergametti G. y Aumont B. (2013) *Modelización del ciclo de polvo atmosférico 2. Simulación de fuentes de polvo sahariano*. Revista de investigación geofísica 102, 4387-4404.
18. Martin, P. (2014). *Contaminación del Aire por Material Particulado en la Ciudad de Buenos Aires*. Argentina: Universidad de Buenos Aires.
19. Martínez E. (2013) *Fundamentos de la química de aerosoles atmosféricos*. Akadémiai Kiado.
20. Orozco M. *Estructura y propiedades de la atmósfera monitoreo de material particulado-fracción respirable (PM 2.5) en Pamplona (Colombia)*. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90330201>
21. OMS. (2004). *Guías para la Calidad de Aire. Lima Perú*. OPS/CEPIS/PUB/04.110. [Citado en julio 25 de 2010]. Disponible en: [http://www.cepis.opsoms.org/bvsci/fulltext/guías\\_aire.pdf](http://www.cepis.opsoms.org/bvsci/fulltext/guías_aire.pdf)
22. Paredes, D. (2016). *Relación del Material Particulado menor a 10 micras (PM10) y del dióxido de nitrógeno (NO2) con la infección aguda de las vías respiratorias en los niños menores de 5 años de la cuenca atmosférica de Trujillo*. Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
23. Partisol, F. (2015). *Air Sampler, Field-Proven Singler- Filter Sampler for Reference Method PM2.5 and PM10 Measurements*. USA: Thermo Electron Corporation.
24. Tulsma, N. (15 de 05 de 2004). *Calidad del aire*. Obtenido de [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zo\\_J\\_et5s\\_wJ:https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/45/LIBRO%2520VI%2520Anexo%25204%2520Calidad%2520de%2520aire.doc+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zo_J_et5s_wJ:https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/45/LIBRO%2520VI%2520Anexo%25204%2520Calidad%2520de%2520aire.doc+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

25. Seinfeld J.H. y Pandis S.N. (2015) *Química y física de la atmósfera: de la contaminación del aire al cambio climático*. John Wiley & Sons, Inc., pp 1323.
26. Suárez, C. A A (2012). *Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10*. Revista Luna Azul, (34).
27. USEPA. (19 de 01 de 2017). *Ley de la Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>
28. Warneck P. (2014) *Partículas atmosféricas*. Wiley & Sons. Vol. 41. Academy Press, pp. 757.

# **ANEXOS**

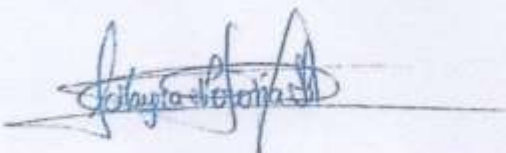
## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor **LEMA BASANTES ROBERTH SANTIAGO** egresado de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES** cuyo título versa **"EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2.5</sub> Y PM<sub>10</sub> EN LA PARROQUIA DE MULALÓ, DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2019-2020."**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 19 de septiembre del 2020

Atentamente,



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



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

# CURRICULUM VITAE



## INFORMACIÓN PERSONAL

*NOMBRES / APELLIDOS*

**JOSÉ LUIS ÁGREDA OÑA**

***DIRECCIÓN***

Ecuador, San Gabriel, Provincia del Carchi,  
Calderón y 27 de Septiembre

Quito, Av, Occidental y Vaca de Castro, Bloque  
Nono Dept. 401

***TELÉFONOS***

0986003679/062290451

***CORREO ELCTRÓNICO***

jos.agreda@gmail.com/j\_luisagreda@hotmail.com

***NACIONALIDAD***

Ecuatoriana

***FECHA DE NACIMIENTO***

09-OCT-1987

***GÉNERO***

Masculino

***CAMPO DE DESEMPEÑO***

Educación Superior

***ACTUAL***

## EXPERIENCIA

**1**

Universidad Técnica de Cotopaxi	
FECHA	Desde el 10 de abril 2019-08 -presente
CARGO	Docente

Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.</li> <li>• Docente Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.</li> <li>• Docente Ruido, Vibraciones y Sistemas de Insonorización.</li> <li>• Coordinador Vinculación Carrera Medio Ambiente</li> </ul>
---------	---

2

Universidad Politécnica Estatal del Carchi	
FECHA	Desde el 2 de abril 2018-08 de febrero 2019
CARGO	Docente
Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrera de Ingeniería en Computación</li> <li>• Investigación Académica</li> <li>• Vinculación a la Sociedad</li> </ul>

3

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL HIDROCARBURÍFERO (ARCH)	
FECHA	Desde el 1de septiembre 2014-31de marzo 2018
CARGO	Técnico de Control y Regulación
ACTIVIDADES PRINCIPALES Y RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control y Regulación de la Calidad y Volumen de Hidrocarburos Líquidos derivados de Petróleo y Gas Licuado (GLP) así como de su infraestructura para la comercialización.</li> <li>• Control de Responsabilidad Ambiental y Social en las diferentes fases de la Industria Hidrocarburífera</li> <li>• Gestión Publica Administrativa</li> <li>• <b>Director Subrogante Regional Norte 02/10/2017-16/10/2017</b></li> </ul>



4

SCHULUMBERGER DEL ECUADOR S.A	
FECHA	23 de septiembre 2013 hasta el 30 de abril del 2014
CARGO	Drilling Fluid Engineer I (Diseño de Fluidos de Perforación)
ACTIVIDADES PRINCIPALES Y RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño de fluidos de perforación</li><li>• Titulación Química</li><li>• Manejo de laboratorio móvil para pruebas en campo de fluidos de perforación y de suelos provenientes del yacimiento petrolífero.</li><li>• Análisis de suelos contaminados con petróleos para su remediación y posterior incorporación al ambiente</li></ul>

5

QMAX DEL ECUADOR S. A.	
FECHA	1ro octubre 2012 – 1ro de febrero del 2013
CARGO	Laboratorista
ACTIVIDADES PRINCIPALES Y RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pruebas químicas y físicas de suelos contaminados con petróleos para su posterior tratamiento e incorporación al medio ambiente.</li><li>• Desarrollo de proyecto de titulación en zeolitas como tamices moleculares para descontaminación de metales pesados en suelos provenientes de yacimientos petrolíferos.</li><li>• Apoyo en la administración del laboratorio en procedimientos para el cumplimiento de la normativa legal vigente</li></ul>

## **EDUCACIÓN Y CAPACITACIONES**

### **E DUCACIÓN**

1)

<b>FECHA</b>	<b>Noviembre 2014 – Septiembre 2017</b>
<b>POSGRADO</b>	Magister en Sistemas de Gestión Ambiental. (1079-2018-1930244)
<b>MATERIAS PRINCIPALES REVISADAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistemas de Gestión Ambiental y Responsabilidad Social,</li><li>• Descontaminación de Agua, Descontaminación de Suelos,</li><li>• Legislación Ambiental,</li><li>• Sistemas Informáticos Georeferenciales</li></ul>
<b>UNIVERSIDAD</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Sangolquí

2)

<b>FECHA</b>	<b>Octubre 2005 -Agosto 2013</b>
<b>TÍTULO</b>	Ingeniero en Petróleos (1001-14-1257655)
<b>MATERIAS PRINCIPALES REVISADAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producción</li><li>• Comercialización de Hidrocarburos</li><li>• Hidráulica de fluidos</li><li>• Tratamiento de suelos contaminados en base a métodos de tamices moleculares,</li><li>• Legislación Ambiental</li></ul>
<b>UNIVERSIDAD</b>	Escuela Politécnica Nacional, Quito

## C APACITACIÓN

FECHA	<b>17 de julio 2019</b>
	Ponente en las Primeras Jornadas de Difusión Ambiental
<b>UNIVERSIDAD</b>	<a href="#">Universidad Técnica de Cotopaxi</a>
FECHA	<b>5 de julio 2019</b>
	Expositor de Curso de 40 horas de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
<b>UNIVERSIDAD</b>	<a href="#">Universidad Técnica de Cotopaxi</a>
FECHA	<b>4 de julio 2015 hasta 10 de julio 2015</b>
FIELD SCHOOL	Enviromental Managment <ul style="list-style-type: none"><li>• Intercambio de conocimientos e ideas para generar métodos de evaluación de ciclo de vida de los productos ofertados por la Industria de Ecuador</li><li>• Gestion Ambiental en Minas De Hidrocarburos.</li></ul>
UNIVERSIDAD	University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

## C CALIDADES PERSONALES

LENGUAJE NATIVO	Español
OTROS LENGUAJES	Inglés, Writing:9/10 Listening:8/10 Speaking:8/10
CUALIDADES	PUNTUAL  AUTO CAPACITACIÓN CONSTANTE  RESPONSABLE  LIDERAZGO  MANEJO DE GRUPO DE PERSONAS  RESULTADOS EN TRABAJO BAJO PRESIÓN
CONOCIMIENTO GENERAL, HABILIDADES Y COMPETANCIA	MANEJO DE PAQUETES INFORMATICOS

	<p>GESTION DOCUMENTAL,</p> <p>ISO 14001:2015(GESTIÓN AMBIENTAL),</p> <p>CIENCIAS EXACTAS</p> <p>MANEJO LABORATORIOS ISO 17025:2005</p>
LICENCIA DE MANEJO	B, Sport Man

### REFERENCIAS

<p>ING. JOSÉ BECERRA,</p> <p>Gerente GUPICEMA C.A. Consultora Ambiental</p>	<p>gerardoecu@yahoo.es</p> <p>0999002969</p>
<p>MGS. PABLO ANDRÉS OBANDO,</p> <p>DOCENTE EPN</p>	<p>pabloand-om@hotmail.com</p> <p>0984588255</p>
<p>MGS. CARLOS MUÑOZ</p> <p>DIRECTOR HIDROCARBUROS REGIONAL SANTO DOMINGO,</p>	<p>carlos.munoz@controlhidrocarburos.gob.ec</p> <p>0994376345</p>

## Hoja de vida del estudiante

### Datos Personales:

Nombres: Roberth Santiago  
Apellidos: Lema Basantes  
Cédula de ciudadanía: 050426296  
Nacionalidad: Ecuatoriana  
Dirección: Latacunga Av. Oriente e Isla San Cristóbal  
Fecha de nacimiento: 21 de abril de 1993  
Estado civil: Soltero  
Número celular: 0992968247  
Número telefónico: 032-724-799  
E-mail: santiago\_lemma2012@hotmail.com



### Formación académica:

PRIMARIA	Escuela Fiscal Simón Bolívar
SECUNDARIA	Instituto Tecnológico "Ramón Barba Naranjo"
NIVEL SUPERIOR	Universidad Técnica de Cotopaxi

### Títulos Obtenidos:

- Título de Bachiller en Electrónica de Consumo
- Competente nivel B1 del idioma Inglés

### Seminarios – cursos Realizados:

- Seminario Nacional Ambiental
- Seminario nacional del Cóndor Andino

FIRMA: \_\_\_\_\_

Lema Santiago

## 2.- Base de datos

### PUNTO 1

#### Datos del monitoreo de la calidad del aire material particulado PM<sub>10</sub>

TIEMPO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
15:00:00	0,037
16:00:00	0,015
17:00:00	0,013
18:00:00	0,006
19:00:00	0,017
20:00:00	0,019
21:00:00	0,011
22:00:00	0,01
23:00:00	0,007
0:00:00	0,002
1:00:00	0,011
2:00:00	0,014
3:00:00	0,018
4:00:00	0,015
5:00:00	0,013
6:00:00	0,011
7:00:00	0
8:00:00	0,028
9:00:00	0,015
10:00:00	0,017
11:00:00	0,04
12:00:00	0,019
13:00:00	0,008
14:00:00	0,01
15:00:00	0,01
<b>PROMEDIO</b>	0,01464

*Elaborado por: Lema Santiago*

**Datos del monitoreo de la calidad del aire material particulado PM<sub>2.5</sub>**

<b>TIEMPO</b>	<b>µg/ m<sup>3</sup></b>
15:00:00	0,042
16:00:00	0,012
17:00:00	0,016
18:00:00	0,016
19:00:00	0,013
20:00:00	0,025
21:00:00	0,024
22:00:00	0,022
23:00:00	0,018
0:00:00	0,01
1:00:00	0,014
2:00:00	0,014
3:00:00	0,017
4:00:00	0,007
5:00:00	0,015
6:00:00	0,006
7:00:00	0,011
8:00:00	0,005
9:00:00	0,015
10:00:00	0,011
11:00:00	0,017
12:00:00	0,024
13:00:00	0,019
14:00:00	0,031
15:00:00	0
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,01616</b>

*Elaborado por: Lema Santiago*

## PUNTO 2

DATOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE (MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>)

TIEMPO	µg/ m <sup>3</sup>
18:00:00	0,039
19:00:00	0,016
20:00:00	0,006
21:00:00	0,007
22:00:00	0,012
23:00:00	0,011
0:00:00	0,006
1:00:00	0,016
2:00:00	0,01
3:00:00	0,008
4:00:00	0,012
5:00:00	0,01
6:00:00	0,013
7:00:00	0,003
8:00:00	0,008
9:00:00	0,004
10:00:00	0,007
11:00:00	0,004
12:00:00	0,001
13:00:00	0,007
14:00:00	0,01
15:00:00	0,018
16:00:00	0,006
17:00:00	0,003
18:00:00	0,003
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,0096</b>

*Elaborado por: Lema Santiago*



### Datos del monitoreo de la calidad del aire material particulado PM<sub>2.5</sub>

TIEMPO	µg/ m <sup>3</sup>
18:00:00	0,147
19:00:00	0,07
20:00:00	0,074
21:00:00	0,047
22:00:00	0,032
23:00:00	0,025
0:00:00	0,022
1:00:00	0,02
2:00:00	0,015
3:00:00	0,011
4:00:00	0,009
5:00:00	0,02
6:00:00	0,012
7:00:00	0,019
8:00:00	0,006
9:00:00	0,014
10:00:00	0,021
11:00:00	0,015
12:00:00	0,026
13:00:00	0,018
14:00:00	0,021
15:00:00	0,035
16:00:00	0,032
17:00:00	0,069
18:00:00	0
<b>PROMEDIO</b>	0,0312

*Elaborado por: Lema Santiago*

### **3.-Fotografias del monitoreo**

#### **PUNTO 1:**

#### **BARRIO SAN RAMÓN (PARROQUIA MULALO)**

#### **LUGAR DE MONITOREO**



*FUENTE: Tomadas por el investigador*



*FUENTE: Tomadas por el investigador*

**PUNTO 2.**

**CENTRO DE LA PARROQUIA MULALO**



*FUENTE: Tomadas por el investigador*



*FUENTE: Tomadas por el investigador*

### 3.- Datos del Equipo

Time	ConcRT (mg/m3)	ConcHr (mg/m3)	Flow (l/m)	WS (m/s)	WD (Deg)	AT (C)	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alarm	Type
12/12/2019 14:30	0,014	0	12,3	0,3	1	13,9	0	45	14,4	19,8	256	1
12/12/2019 14:45	0,064	0	16,7	0,3	1	13,6	0	43	14,4	18,7	256	1
12/12/2019 15:00	0,013	0,042	16,7	0,3	1	14	0	42	14,4	18,8	256	1
12/12/2019 15:15	0,008	0,042	16,7	0,3	1	14,2	0	40	14,4	19,5	256	1
12/12/2019 15:30	0,017	0,042	16,7	0,3	1	14,4	0	36	14,4	20,1	256	1
12/12/2019 15:45	0,013	0,042	16,7	0,3	1	14,7	0	35	14,4	20,6	256	1
12/12/2019 16:00	0,004	0,012	16,7	0,3	1	14,7	0	33	14,4	21,2	0	1
12/12/2019 16:15	0,015	0,012	16,7	0,3	1	14,8	0	32	14,4	21,6	0	1
12/12/2019 16:30	0,031	0,012	16,7	0,3	1	14,8	0	30	14,4	22	0	1
12/12/2019 16:45	0,006	0,012	16,7	0,3	1	14,6	0	30	14,4	22,2	0	1
12/12/2019 17:00	0,021	0,016	16,7	0,3	1	14,3	0	29	14,4	22,1	0	1
12/12/2019 17:15	0,018	0,016	16,7	0,3	1	14,3	0	29	14,4	22,1	0	1
12/12/2019 17:30	0,013	0,016	16,7	0,3	1	14,3	0	29	14,4	22	0	1
12/12/2019 17:45	0,013	0,016	16,7	0,3	1	14,3	0	29	14,4	22,2	0	1
12/12/2019 18:00	0,009	0,016	16,7	0,3	1	14,1	0	29	14,4	22,2	0	1
12/12/2019 18:15	0,026	0,016	16,7	0,3	1	13,9	0	29	14,4	21,9	0	1
12/12/2019 18:30	0,01	0,016	16,7	0,3	1	13,5	0	30	14,4	21,5	0	1
12/12/2019 18:45	0,022	0,016	16,7	0,3	1	13,2	0	30	14,4	21	0	1
12/12/2019 19:00	0,005	0,013	16,7	0,3	1	13	0	31	14,4	20,5	0	1
12/12/2019 19:15	0,014	0,013	16,7	0,3	1	12,1	0	32	14,4	20	0	1
12/12/2019 19:30	0,012	0,013	16,7	0,3	1	11,5	0	33	14,4	19,5	0	1

12/12/2019 19:45	0,028	0,013	16,7	0,3	1	11,2	0	34	14,4	19	0	1
12/12/2019 20:00	0,04	0,025	16,7	0,3	1	10,6	0	35	14,4	18,5	0	1
12/12/2019 20:15	0,024	0,025	16,7	0,3	1	10,1	0	35	14,4	18,1	0	1
12/12/2019 20:30	0,015	0,025	16,7	0,3	1	10	0	36	14,4	17,7	0	1
12/12/2019 20:45	0,026	0,025	16,7	0,3	1	10,3	0	36	14,4	17,4	0	1
12/12/2019 21:00	0,037	0,024	16,7	0,3	1	10,1	0	36	14,4	17,1	0	1
12/12/2019 21:15	0,036	0,024	16,7	0,3	1	9,1	0	37	14,4	16,8	0	1
12/12/2019 21:30	0,011	0,024	16,7	0,3	1	8,7	0	37	14,4	16,4	0	1
12/12/2019 21:45	0,038	0,024	16,7	0,3	1	8,4	0	38	14,4	15,9	0	1
12/12/2019 22:00	0	0,022	16,7	0,3	1	8,3	0	38	14,4	15,6	0	1
12/12/2019 22:15	0,032	0,022	16,7	0,3	1	8,2	0	38	14,4	15,4	0	1
12/12/2019 22:30	0,042	0,022	16,7	0,3	1	8,2	0	38	14,4	15,2	0	1
12/12/2019 22:45	0,002	0,022	16,7	0,3	1	8,2	0	38	14,4	15,1	0	1
12/12/2019 23:00	0,01	0,018	16,7	0,3	1	8,3	0	38	14,4	14,9	0	1
12/12/2019 23:15	0,013	0,018	16,7	0,3	1	8,4	0	38	14,4	14,9	0	1
12/12/2019 23:30	0,02	0,018	16,7	0,3	1	8,5	0	38	14,4	14,8	0	1
12/12/2019 23:45	-0,005	0,018	16,7	0,3	1	8,6	0	39	14,4	14,8	0	1
13/12/2019 0:00	-0,005	0,01	16,7	0,3	1	8,6	0	38	14,4	14,9	0	1
13/12/2019 0:15	0,016	0,01	16,3	0,3	1	8,5	0	39	14,4	14,8	0	1
13/12/2019 0:30	0,013	0,01	16,7	0,3	1	8	0	40	14,4	14,6	0	1
13/12/2019 0:45	0,027	0,01	16,7	0,3	1	7,6	0	40	14,4	14,4	0	1
13/12/2019 1:00	0,017	0,014	16,7	0,3	1	7,7	0	40	14,4	14,2	0	1
13/12/2019 1:15	-0,001	0,014	16,7	0,3	1	7,8	0	40	14,4	14,1	0	1

13/12/2019 1:30	0,019	0,014	16,7	0,3	1	7,9	0	40	14,4	14,1	0	1
13/12/2019 1:45	0,009	0,014	16,7	0,3	1	7,4	0	40	14,4	14	0	1
13/12/2019 2:00	0,014	0,014	16,7	0,3	1	6,9	0	40	14,4	13,9	0	1
13/12/2019 2:15	0,021	0,014	16,7	0,3	1	6,6	0	41	14,4	13,6	0	1
13/12/2019 2:30	0,022	0,014	16,7	0,3	1	6,1	0	41	14,4	13,3	0	1
13/12/2019 2:45	0,013	0,014	16,7	0,3	1	6	0	41	14,4	12,9	0	1
13/12/2019 3:00	0,004	0,017	16,7	0,3	1	6,1	0	41	14,4	12,5	0	1
13/12/2019 3:15	0,01	0,017	16,7	0,3	1	5,9	0	42	14,4	12,2	0	1
13/12/2019 3:30	0,011	0,017	16,7	0,3	1	5,7	0	42	14,4	12	0	1
13/12/2019 3:45	0	0,017	16,7	0,3	1	5,5	0	42	14,4	11,7	0	1
13/12/2019 4:00	0,018	0,007	16,7	0,3	1	5,7	0	42	14,4	11,6	0	1
13/12/2019 4:15	0,017	0,007	16,7	0,3	1	5,6	0	42	14,4	11,5	0	1
13/12/2019 4:30	0,007	0,007	16,7	0,3	1	5,4	0	42	14,4	11,3	0	1
13/12/2019 4:45	0,016	0,007	16,7	0,3	1	5,4	0	42	14,4	11,2	0	1
13/12/2019 5:00	0,009	0,015	16,7	0,3	1	5,2	0	42	14,4	11,1	0	1
13/12/2019 5:15	0,01	0,015	16,7	0,3	1	5,2	0	42	14,4	11	0	1
13/12/2019 5:30	0,011	0,015	16,7	0,3	1	5	0	43	14,4	10,8	0	1
13/12/2019 5:45	0,021	0,015	16,7	0,3	1	4,6	0	43	14,4	10,7	0	1
13/12/2019 6:00	0,01	0,006	16,7	0,3	1	4,5	0	43	14,4	10,5	0	1
13/12/2019 6:15	-0,003	0,006	16,7	0,3	1	4,7	0	43	14,4	10,4	0	1
13/12/2019 6:30	0,029	0,006	16,7	0,3	1	4,8	0	43	14,4	10,4	0	1
13/12/2019 6:45	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	5,5	0	41	14,4	11	0	1
13/12/2019 7:00	0	0,011	16,7	0,3	1	6,4	0	38	14,4	12,2	0	1

13/12/2019 7:15	0,007	0,011	16,7	0,3	1	7,2	0	35	14,4	13,8	0	1
13/12/2019 7:30	-0,005	0,011	16,7	0,3	1	8,6	0	33	14,4	15,4	0	1
13/12/2019 7:45	-0,001	0,011	16,7	0,3	1	11,8	0	28	14,4	18,1	0	1
13/12/2019 8:00	0,041	0,005	16,7	0,3	1	13,5	0	24	14,4	21,4	0	1
13/12/2019 8:15	0,005	0,005	16,7	0,3	1	13,4	0	22	14,4	23,6	0	1
13/12/2019 8:30	0,01	0,005	16,7	0,3	1	13,4	0	21	14,4	25,1	0	1
13/12/2019 8:45	0,014	0,005	16,7	0,3	1	14,3	0	20	14,4	26	0	1
13/12/2019 9:00	0,013	0,015	16,7	0,3	1	15,5	0	18	14,4	27,7	0	1
13/12/2019 9:15	0,012	0,015	16,7	0,3	1	15,5	1	17	14,4	29,2	0	1
13/12/2019 9:30	0,017	0,015	16,7	0,3	1	16,3	0	16	14,4	30,6	0	1
13/12/2019 9:45	0,018	0,015	16,7	0,3	1	17,4	1	15	14,4	31,8	0	1
13/12/2019 10:00	0,003	0,011	16,7	0,3	1	17,8	0	14	14,4	32,4	0	1
13/12/2019 10:15	0,023	0,011	16,7	0,3	1	17,7	1	14	14,4	32,9	0	1
13/12/2019 10:30	-0,004	0,011	16,7	0,3	1	17,8	1	13	14,4	33,5	0	1
13/12/2019 10:45	0,022	0,011	16,7	0,3	1	17,2	1	13	14,4	33,9	0	1
13/12/2019 11:00	0,017	0,017	16,7	0,3	1	18,1	1	13	14,4	34,4	0	1
13/12/2019 11:15	0,027	0,017	16,7	0,3	1	18,3	1	13	14,4	35,1	0	1
13/12/2019 11:30	0,008	0,017	16,7	0,3	1	19	1	12	14,4	35,4	0	1
13/12/2019 11:45	0,021	0,017	16,7	0,3	1	19,5	1	12	14,4	35,8	0	1
13/12/2019 12:00	0,03	0,024	16,7	0,3	1	19,4	1	12	14,4	35,8	0	1
13/12/2019 12:15	0,024	0,024	16,7	0,3	1	18,6	1	12	14,4	35,3	0	1
13/12/2019 12:30	0,027	0,024	16,7	0,3	1	18,7	0	12	14,4	34,8	0	1
13/12/2019 12:45	0,018	0,024	16,7	0,3	1	20,3	1	12	14,4	35,2	0	1

13/12/2019 13:00	0,025	0,019	16,7	0,3	1	19,9	1	12	14,4	36,1	0	1
13/12/2019 13:15	0,016	0,019	16,7	0,3	1	19,8	0	11	14,4	36,7	0	1
13/12/2019 13:30	0,057	0,019	16,7	0,3	1	18,8	1	11	14,4	36,5	0	1
13/12/2019 13:45	0,017	0,019	16,7	0,3	1	18,3	1	12	14,4	34,9	0	1
13/12/2019 14:00	0,013	0,031	16,7	0,3	1	19	1	12	14,4	34,1	0	1
13/12/2019 14:15	0,042	0,031	16,7	0,3	1	19,7	0	12	14,4	34,7	0	1
13/12/2019 14:30	0,061	0,031	16,7	0,3	1	19,4	1	12	14,4	35,5	0	1
13/12/2019 14:45	0	0	7,6	0,3	1	19,5	0	16	14,4	34,6	256	0
13/12/2019 15:00	0,02	0,037	16,7	0,3	1	19,7	0	16	14,4	32,1	256	0
13/12/2019 15:15	0,024	0,037	16,7	0,3	1	19,5	0	15	14,4	32,8	256	0
13/12/2019 15:30	0,015	0,037	16,7	0,3	1	19,4	1	14	14,4	33,1	256	0
13/12/2019 15:45	0,01	0,037	16,7	0,3	1	19,4	1	14	14,4	33,9	256	0
13/12/2019 16:00	0,011	0,015	16,7	0,3	1	19,1	1	13	14,4	34,9	0	0
13/12/2019 16:15	0,012	0,015	16,7	0,3	1	18,7	0	13	14,4	34,9	0	0
13/12/2019 16:30	0,032	0,015	16,7	0,3	1	17,5	1	14	14,4	33,8	0	0
13/12/2019 16:45	-0,005	0,015	16,7	0,3	1	17	0	15	14,4	32	0	0
13/12/2019 17:00	0,015	0,013	16,7	0,3	1	17,1	0	17	14,4	31,1	0	0
13/12/2019 17:15	0,012	0,013	16,7	0,3	1	16,4	0	17	14,4	30,4	0	0
13/12/2019 17:30	0,009	0,013	16,7	0,3	1	15,7	0	18	14,4	29,2	0	0
13/12/2019 17:45	0,017	0,013	16,7	0,3	1	14,9	0	20	14,4	27,8	0	0
13/12/2019 18:00	0,014	0,006	16,7	0,3	1	14,2	0	21	14,4	25,9	0	0
13/12/2019 18:15	0,013	0,006	16,7	0,3	1	13,7	0	24	14,4	24,1	0	0
13/12/2019 18:30	0,004	0,006	16,7	0,3	1	13,1	0	26	14,4	22,7	0	0



13/12/2019 18:45	0,025	0,006	16,7	0,3	1	12,6	0	28	14,4	21,4	0	0
13/12/2019 19:00	0,001	0,017	16,7	0,3	1	12,2	0	29	14,4	20,4	0	0
13/12/2019 19:15	0,023	0,017	16,7	0,3	1	12,1	0	31	14,4	19,6	0	0
13/12/2019 19:30	0,012	0,017	16,7	0,3	1	12	0	32	14,4	18,9	0	0
13/12/2019 19:45	0,029	0,017	16,7	0,3	1	11,8	0	33	14,4	18,4	0	0
13/12/2019 20:00	0,014	0,019	16,7	0,3	1	11,6	0	33	14,4	18,2	0	0
13/12/2019 20:15	0,016	0,019	16,7	0,3	1	11,6	0	34	14,4	18	0	0
13/12/2019 20:30	0,021	0,019	16,7	0,3	1	11,5	0	34	14,4	17,9	0	0
13/12/2019 20:45	0,007	0,019	16,7	0,3	1	11,1	0	34	14,4	17,8	0	0
13/12/2019 21:00	0,004	0,011	16,7	0,3	1	10,9	0	34	14,4	17,6	0	0
13/12/2019 21:15	0,011	0,011	16,7	0,3	1	10,8	0	34	14,4	17,5	0	0
13/12/2019 21:30	0,004	0,011	16,7	0,3	1	10,6	0	34	14,4	17,4	0	0
13/12/2019 21:45	0,016	0,011	16,7	0,3	1	10,5	0	35	14,4	17,3	0	0
13/12/2019 22:00	0,006	0,01	16,7	0,3	1	10,5	0	35	14,4	17,1	0	0
13/12/2019 22:15	0,015	0,01	16,7	0,3	1	10,4	0	36	14,4	16,8	0	0
13/12/2019 22:30	0,006	0,01	16,7	0,3	1	10,4	0	36	14,4	16,7	0	0
13/12/2019 22:45	0,01	0,01	16,7	0,3	1	10	0	36	14,4	16,5	0	0
13/12/2019 23:00	0,004	0,007	16,7	0,3	1	9,7	0	36	14,4	16,3	0	0
13/12/2019 23:15	0,009	0,007	16,7	0,3	1	9,2	0	36	14,4	16,2	0	0
13/12/2019 23:30	-0,005	0,011	16,7	0,3	1	13,7	0	29	14,4	21,7	0	0
13/12/2019 23:45	-0,001	-0,002	16,7	0,3	1	14,6	0	24	14,4	24,7	0	0
14/12/2019 0:00	0,012	-0,002	16,7	0,3	1	15,2	0	21	14,4	27,2	0	0
14/12/2019 0:15	-0,005	-0,002	16,7	0,3	1	15,6	0	19	14,4	29,2	0	0

14/12/2019 0:30	0,042	-0,002	16,7	0,3	1	16,3	0	17	14,4	31,1	0	0
14/12/2019 0:45	0,006	0,011	16,7	0,3	1	16,6	0	16	14,4	32,5	0	0
14/12/2019 1:00	0,005	0,011	16,7	0,3	1	17,5	1	15	14,4	33,4	0	0
14/12/2019 1:15	0,02	0,011	16,7	0,3	1	18,8	1	14	14,4	34,3	0	0
14/12/2019 1:30	0,019	0,011	16,7	0,3	1	18,6	0	14	14,4	34,6	0	0
14/12/2019 1:45	0,004	0,014	16,7	0,3	1	19,1	0	14	14,4	34,5	0	0
14/12/2019 2:00	0,02	0,014	16,7	0,3	1	20	1	13	14,4	35,1	0	0
14/12/2019 2:15	0,012	0,014	16,7	0,3	1	20,3	1	12	14,4	35,9	0	0
14/12/2019 2:30	0,023	0,014	16,7	0,3	1	19,4	0	12	14,4	36,4	0	0
14/12/2019 2:45	0,008	0,018	16,7	0,3	1	21,4	1	12	14,4	36,7	0	0
14/12/2019 3:00	0,021	0,018	16,7	0,3	1	22,1	1	12	14,4	37	0	0
14/12/2019 3:15	0,016	0,018	16,7	0,3	1	22,5	1	12	14,4	37,1	0	0
14/12/2019 3:30	0,009	0,018	16,7	0,3	1	21,6	1	11	14,4	37	0	0
14/12/2019 3:45	0,024	0,015	16,7	0,3	1	22,1	1	11	14,4	37,5	0	0
14/12/2019 4:00	0,008	0,015	16,7	0,3	1	22,1	0	10	14,4	37,7	0	0
14/12/2019 4:15	0,004	0,01	16,7	0,3	1	9,9	0	39	14,4	17,2	0	0
14/12/2019 4:30	0,015	0,01	16,7	0,3	1	9,9	0	39	14,4	17,3	0	0
14/12/2019 4:45	0,005	0,013	16,7	0,3	1	10	0	38	14,4	17,4	0	0
14/12/2019 5:00	0,013	0,013	16,7	0,3	1	10,2	0	37	14,4	17,5	0	0
14/12/2019 5:15	0,011	0,013	16,7	0,3	1	10,3	0	37	14,4	17,7	0	0
14/12/2019 5:30	0,014	0,013	16,7	0,3	1	10,5	0	37	14,4	17,9	0	0
14/12/2019 5:45	0,013	0,011	16,7	0,3	1	11,1	0	37	14,4	18,2	0	0
14/12/2019 6:00	0,009	0,011	16,7	0,3	1	11,6	0	36	14,4	18,8	0	0

14/12/2019 6:15	0,009	0,002	16,7	0,3	1	10	0	35	14,4	17,9	0	0
14/12/2019 6:30	0	0	0	0,3	1	5,9	0	39	13,9	6,7	0	0
14/12/2019 6:45	0	0	0	0,3	1	7,2	0	40	14,4	5,8	0	0
14/12/2019 7:00	0	0	1,1	0,3	1	8,4	0	42	14,4	7,3	0	0
14/12/2019 7:15	-0,005	0	14,4	0,3	1	9,4	0	45	14,4	10,3	256	0
14/12/2019 7:30	0,066	0	16,7	0,3	1	9,4	0	39	14,4	13,1	256	0
14/12/2019 7:45	0,032	0	16,7	0,3	1	9,4	0	37	14,4	14,8	256	0
14/12/2019 8:00	0,005	0,028	16,7	0,3	1	10	0	34	14,4	16,2	256	0
14/12/2019 8:15	0,014	0,028	16,7	0,3	1	11,8	0	30	14,4	18,4	256	0
14/12/2019 8:30	0,002	0,028	16,7	0,3	1	12,9	0	25	14,4	21,5	256	0
14/12/2019 8:45	0,036	0,028	16,7	0,3	1	13,4	0	25	14,4	23,3	256	0
14/12/2019 9:00	0,018	0,015	16,7	0,3	1	13,6	0	24	14,4	24,2	0	0
14/12/2019 9:15	0,036	0,015	16,7	0,3	1	13,8	0	24	14,4	24,7	0	0
14/12/2019 9:30	-0,005	0,015	16,7	0,3	1	14,5	0	21	14,4	26	0	0
14/12/2019 9:45	0,007	0,015	16,7	0,3	1	15	0	20	14,4	27,2	0	0
14/12/2019 10:00	0,021	0,017	16,7	0,3	1	15,9	0	19	14,4	28,3	0	0
14/12/2019 10:15	0,022	0,017	16,7	0,3	1	15,8	0	18	14,4	29,1	0	0
14/12/2019 10:30	-0,005	0,017	16,7	0,3	1	16,6	0	17	14,4	30,2	0	0
14/12/2019 10:45	0,12	0,017	16,7	0,3	1	17,9	0	16	14,4	31,5	0	0
14/12/2019 11:00	0,049	0,04	16,7	0,3	1	17,5	1	15	14,4	32,2	0	0
14/12/2019 11:15	-0,004	0,04	16,7	0,3	1	18	0	15	14,4	32,8	0	0
14/12/2019 11:30	0,018	0,04	16,7	0,3	1	18,3	0	14	14,4	33,7	0	0
14/12/2019 11:45	0,022	0,04	16,7	0,3	1	18,3	0	13	14,4	34,3	0	0

14/12/2019 12:00	0,017	0,019	16,7	0,3	1	18,3	0	12	14,4	34,6	0	0
14/12/2019 12:15	0,011	0,019	16,7	0,3	1	19,1	1	11	14,4	34,7	0	0
14/12/2019 12:30	0,018	0,019	16,7	0,3	1	19,5	0	9	14,4	35,3	0	0
14/12/2019 12:45	0,011	0,019	16,7	0,3	1	19,5	1	9	14,4	35,7	0	0
14/12/2019 13:00	0,002	0,008	16,7	0,3	1	20,3	1	9	14,4	36,3	0	0
14/12/2019 13:15	0,012	0,008	16,7	0,3	1	21,1	1	9	14,4	36,9	0	0
14/12/2019 13:30	0,011	0,008	16,7	0,3	1	21,7	1	8	14,4	37,5	0	0
14/12/2019 13:45	0,017	0,008	16,7	0,3	1	22,6	1	8	14,4	38,5	0	0
14/12/2019 14:00	0,004	0,01	16,7	0,3	1	22,1	1	8	14,4	39,3	0	0
14/12/2019 14:15	0,016	0,01	16,7	0,3	1	22,9	1	8	14,4	40,4	0	0
14/12/2019 14:30	0,032	0,01	16,7	0,3	1	21,6	1	9	14,4	40,5	0	0
14/12/2019 14:45	0,007	0,01	16,7	0,3	1	21,2	1	10	14,4	39,9	0	0
14/12/2019 17:45	0	0	0	0,3	1	19,9	0	22	14,2	25,6	0	1
14/12/2019 18:00	0,042	0,147	15,4	0,3	1	17,8	0	29	14,4	23,6	256	1
14/12/2019 18:15	0,071	0,147	16,7	0,3	1	16,4	0	29	14,4	22,5	256	1
14/12/2019 18:30	0,108	0,147	16,7	0,3	1	16	0	29	14,4	22,3	256	1
14/12/2019 18:45	0,054	0,147	16,7	0,3	1	15,5	0	29	14,4	22,2	256	1
14/12/2019 19:00	0,065	0,07	16,7	0,3	1	15,1	0	29	14,4	22,2	0	1
14/12/2019 19:15	0,054	0,07	16,7	0,3	1	14,9	0	29	14,4	22,2	0	1
14/12/2019 19:30	0,073	0,07	16,7	0,3	1	14,7	0	29	14,4	22,2	0	1
14/12/2019 19:45	0,12	0,07	16,7	0,3	1	14,6	0	29	14,4	22,2	0	1
14/12/2019 20:00	0,052	0,074	16,7	0,3	1	14,1	0	29	14,4	22	0	1
14/12/2019 20:15	0,064	0,074	16,7	0,3	1	13,8	0	30	14,4	21,8	0	1

14/12/2019 20:30	0,051	0,074	16,7	0,3	1	13,4	0	31	14,4	21,5	0	1
14/12/2019 20:45	0,025	0,074	16,7	0,3	1	13,4	0	31	14,4	21,4	0	1
14/12/2019 21:00	0,053	0,047	16,7	0,3	1	13,3	0	32	14,4	21,3	0	1
14/12/2019 21:15	0,022	0,047	16,7	0,3	1	13,1	0	32	14,4	21,2	0	1
14/12/2019 21:30	0,047	0,047	16,7	0,3	1	12,7	0	32	14,4	21	0	1
14/12/2019 21:45	0,019	0,047	16,7	0,3	1	12,6	0	33	14,4	20,9	0	1
14/12/2019 22:00	0,047	0,032	16,7	0,3	1	12,6	0	33	14,4	20,8	0	1
14/12/2019 22:15	0,016	0,032	16,7	0,3	1	12,7	0	33	14,4	20,8	0	1
14/12/2019 22:30	0,047	0,032	16,7	0,3	1	12,7	0	33	14,4	20,8	0	1
14/12/2019 22:45	0,018	0,032	16,7	0,3	1	12,7	0	33	14,4	20,8	0	1
14/12/2019 23:00	0,016	0,025	16,7	0,3	1	12,6	0	34	14,4	20,7	0	1
14/12/2019 23:15	0,036	0,025	16,7	0,3	1	12,1	0	34	14,4	20,5	0	1
14/12/2019 23:30	0,026	0,025	16,7	0,3	1	12	0	35	14,4	20,3	0	1
14/12/2019 23:45	0,016	0,025	16,7	0,3	1	12,1	0	35	14,4	20,2	0	1
15/12/2019 0:00	0,006	0,022	16,7	0,3	1	12	0	35	14,4	20,1	0	1
15/12/2019 0:15	0,024	0,022	16,3	0,3	1	12	0	37	14,4	20	0	1
15/12/2019 0:30	0,016	0,022	16,7	0,3	1	12,1	0	37	14,4	19,9	0	1
15/12/2019 0:45	0,017	0,022	16,7	0,3	1	12,1	0	37	14,4	19,9	0	1
15/12/2019 1:00	0,009	0,02	16,7	0,3	1	12,2	0	37	14,4	19,8	0	1
15/12/2019 1:15	0,04	0,02	16,7	0,3	1	12	0	38	14,4	19,7	0	1
15/12/2019 1:30	-0,001	0,02	16,7	0,3	1	11,6	0	38	14,4	19,4	0	1
15/12/2019 1:45	0,025	0,02	16,7	0,3	1	11,3	0	39	14,4	19,1	0	1
15/12/2019 2:00	0,01	0,015	16,7	0,3	1	11,3	0	39	14,4	19	0	1

15/12/2019 2:15	0,011	0,015	16,7	0,3	1	11,2	0	39	14,4	18,9	0	1
15/12/2019 2:30	0,014	0,015	16,7	0,3	1	11,1	0	38	14,4	18,7	0	1
15/12/2019 2:45	0,003	0,015	16,7	0,3	1	11,1	0	38	14,4	18,7	0	1
15/12/2019 3:00	0,028	0,011	16,7	0,3	1	11	0	37	14,4	18,6	0	1
15/12/2019 3:15	0,004	0,011	16,7	0,3	1	10,9	0	38	14,4	18,6	0	1
15/12/2019 3:30	0,016	0,011	16,7	0,3	1	10,7	0	38	14,4	18,5	0	1
15/12/2019 3:45	0,006	0,011	16,7	0,3	1	10,7	0	38	14,4	18,5	0	1
15/12/2019 4:00	0,009	0,009	16,7	0,3	1	10,6	0	38	14,4	18,5	0	1
15/12/2019 4:15	0,008	0,009	16,7	0,3	1	10,5	0	38	14,4	18,5	0	1
15/12/2019 4:30	0,02	0,009	16,7	0,3	1	10,1	0	38	14,4	18,2	0	1
15/12/2019 4:45	0,037	0,009	16,7	0,3	1	9,9	0	39	14,4	18	0	1
15/12/2019 5:00	0,013	0,02	16,7	0,3	1	9,8	0	39	14,4	17,7	0	1
15/12/2019 5:15	0,007	0,02	16,7	0,3	1	9,6	0	39	14,4	17,5	0	1
15/12/2019 5:30	0,011	0,02	16,7	0,3	1	9,6	0	40	14,4	17,3	0	1
15/12/2019 5:45	0,018	0,02	16,7	0,3	1	9,7	0	40	14,4	17,3	0	1
15/12/2019 6:00	0,002	0,012	16,7	0,3	1	9,8	0	40	14,4	17,2	0	1
15/12/2019 6:15	0,035	0,012	16,7	0,3	1	9,9	0	40	14,4	17,3	0	1
15/12/2019 6:30	0,019	0,012	16,7	0,3	1	10	0	40	14,4	17,4	0	1
15/12/2019 6:45	0	0,012	16,7	0,3	1	10,1	0	40	14,4	17,6	0	1
15/12/2019 7:00	0,019	0,019	16,7	0,3	1	10,3	0	39	14,4	17,7	0	1
15/12/2019 7:15	0,024	0,019	16,7	0,3	1	10,6	0	39	14,4	18	0	1
15/12/2019 7:30	0,001	0,019	16,7	0,3	1	10,7	0	38	14,4	18,3	0	1
15/12/2019 7:45	0,007	0,019	16,7	0,3	1	11,1	0	37	14,4	18,7	0	1

15/12/2019 8:00	0,01	0,006	16,7	0,3	1	11,5	0	36	14,4	19,3	0	1
15/12/2019 8:15	0,001	0,006	16,7	0,3	1	12,3	0	34	14,4	20,1	0	1
15/12/2019 8:30	0,014	0,006	16,7	0,3	1	13,1	0	32	14,4	21,1	0	1
15/12/2019 8:45	0,001	0,006	16,7	0,3	1	13,2	0	31	14,4	21,9	0	1
15/12/2019 9:00	0,027	0,014	16,7	0,3	1	13,5	0	30	14,4	22,4	0	1
15/12/2019 9:15	0,002	0,014	16,7	0,3	1	13,9	0	30	14,4	22,7	0	1
15/12/2019 9:30	0	0,014	16,7	0,3	1	14,4	0	29	14,4	23,3	0	1
15/12/2019 9:45	0,007	0,014	16,7	0,3	1	16,6	0	26	14,4	24,7	0	1
15/12/2019 10:00	0,05	0,021	16,7	0,3	1	17,8	0	23	14,4	26,6	0	1
15/12/2019 10:15	0,023	0,021	16,7	0,3	1	17,9	0	22	14,4	27,8	0	1
15/12/2019 10:30	-0,001	0,021	16,7	0,3	1	20,3	0	20	14,4	29,6	0	1
15/12/2019 10:45	0,039	0,021	16,7	0,3	1	20,7	0	17	14,4	31,8	0	1
15/12/2019 11:00	0,021	0,015	16,7	0,3	1	21,1	0	16	14,4	33	0	1
15/12/2019 11:15	0,032	0,015	16,7	0,3	1	19,3	0	16	14,4	32,9	0	1
15/12/2019 11:30	0,034	0,015	16,7	0,3	1	17,8	0	18	14,4	31,7	0	1
15/12/2019 11:45	0,01	0,015	16,7	0,3	1	18,4	0	18	14,4	31	0	1
15/12/2019 12:00	0,032	0,026	16,7	0,3	1	19,1	0	17	14,4	31,3	0	1
15/12/2019 12:15	0,011	0,026	16,7	0,3	1	19,1	1	16	14,4	31,6	0	1
15/12/2019 12:30	0,038	0,026	16,7	0,3	1	19,8	0	16	14,4	31,8	0	1
15/12/2019 12:45	0,008	0,026	16,7	0,3	1	20,8	1	16	14,4	32,3	0	1
15/12/2019 13:00	0,03	0,018	16,7	0,3	1	21,2	0	15	14,4	32,8	0	1
15/12/2019 13:15	0,021	0,018	16,7	0,3	1	21,2	0	15	14,4	33	0	1
15/12/2019 13:30	0,024	0,018	16,7	0,3	1	21,7	0	15	14,4	32,8	0	1

15/12/2019 13:45	0,027	0,018	16,7	0,3	1	21,5	0	15	14,4	32,6	0	1
15/12/2019 14:00	0,011	0,021	16,7	0,3	1	21	0	15	14,4	31,6	0	1
15/12/2019 14:15	0,024	0,021	16,7	0,3	1	20,4	0	16	14,4	30,7	0	1
15/12/2019 14:30	0,022	0,021	16,7	0,3	1	20,4	0	17	14,4	29,7	0	1
15/12/2019 14:45	0,042	0,021	16,7	0,3	1	20,9	0	17	14,4	29	0	1
15/12/2019 15:00	0,041	0,035	16,7	0,3	1	20,8	0	17	14,4	28,4	0	1
15/12/2019 15:15	0,027	0,035	16,7	0,3	1	21,1	0	18	14,4	28,2	0	1
15/12/2019 15:30	0,019	0,035	16,7	0,3	1	21,1	0	17	14,4	28,1	0	1
15/12/2019 15:45	0,032	0,035	16,7	0,3	1	20,6	0	18	14,4	27,9	0	1
15/12/2019 16:00	0,022	0,032	16,7	0,3	1	19,2	0	19	14,4	27,5	0	1
15/12/2019 16:15	0,113	0,032	16,7	0,3	1	17,4	0	20	14,4	25,9	0	1
15/12/2019 16:30	0,038	0,032	16,7	0,3	1	17,3	0	22	14,4	24,5	0	1
15/12/2019 16:45	0,069	0,032	16,7	0,3	1	17,5	0	23	14,4	24,1	0	1
15/12/2019 17:00	0,073	0,069	16,7	0,3	1	17,1	0	24	14,4	23,9	0	1
15/12/2019 17:15	0,029	0,069	16,7	0,3	1	16,2	0	25	14,4	23,5	0	1
15/12/2019 17:30	0	0	0	0,3	1	14,2	0	34	14,2	22,3	32	1
15/12/2019 17:45	0,012	0	12,7	0,3	1	14,5	0	40	14,4	20,7	256	0
15/12/2019 18:00	0,029	0,039	16,7	0,3	1	14,1	0	38	14,4	20,6	256	0
15/12/2019 18:15	0,027	0,039	16,7	0,3	1	13,9	0	36	14,4	20,7	256	0
15/12/2019 18:30	-0,003	0,039	16,7	0,3	1	13,7	0	36	14,4	20,6	256	0
15/12/2019 18:45	0,024	0,039	16,7	0,3	1	13,7	0	36	14,4	20,6	256	0
15/12/2019 19:00	0,014	0,016	16,7	0,3	1	13,7	0	33	14,4	20,7	0	0
15/12/2019 19:15	0,017	0,016	16,7	0,3	1	13,3	0	32	14,4	20,5	0	0



15/12/2019 19:30	-0,002	0,016	16,7	0,3	1	12,9	0	33	14,4	20,3	0	0
15/12/2019 19:45	-0,003	0,016	16,7	0,3	1	12,6	0	34	14,4	20,1	0	0
15/12/2019 20:00	0,018	0,006	16,7	0,3	1	12,4	0	34	14,4	20	0	0
15/12/2019 20:15	0,019	0,006	16,7	0,3	1	12,7	0	34	14,4	20,1	0	0
15/12/2019 20:30	0	0,006	16,7	0,3	1	12,9	0	34	14,4	20,3	0	0
15/12/2019 20:45	0,007	0,006	16,7	0,3	1	12,8	0	34	14,4	20,4	0	0
15/12/2019 21:00	-0,002	0,007	16,7	0,3	1	12,7	0	34	14,4	20,4	0	0
15/12/2019 21:15	0,02	0,007	16,7	0,3	1	12,4	0	34	14,4	20,4	0	0
15/12/2019 21:30	0,013	0,007	16,7	0,3	1	12,3	0	34	14,4	20,3	0	0
15/12/2019 21:45	0,009	0,007	16,7	0,3	1	12,1	0	34	14,4	20,3	0	0
15/12/2019 22:00	0,01	0,012	16,7	0,3	1	11,8	0	34	14,4	20,1	0	0
15/12/2019 22:15	0,005	0,012	16,7	0,3	1	11,6	0	35	14,4	19,9	0	0
15/12/2019 22:30	0,019	0,012	16,7	0,3	1	11,4	0	35	14,4	19,8	0	0
15/12/2019 22:45	0,011	0,012	16,7	0,3	1	11,1	0	36	14,4	19,6	0	0
15/12/2019 23:00	0,012	0,011	16,7	0,3	1	10,9	0	36	14,4	19,5	0	0
15/12/2019 23:15	0,016	0,011	16,7	0,3	1	10,9	0	36	14,4	19,4	0	0
15/12/2019 23:30	-0,003	0,011	16,7	0,3	1	11,2	0	36	14,4	19,3	0	0
15/12/2019 23:45	0,008	0,011	16,7	0,3	1	11,3	0	36	14,4	19,4	0	0
16/12/2019 0:00	-0,001	0,006	16,7	0,3	1	11,4	0	36	14,4	19,3	0	0
16/12/2019 0:15	0,019	0,006	16,3	0,3	1	11,3	0	37	14,4	19,4	0	0
16/12/2019 0:30	0,02	0,006	16,7	0,3	1	11,3	0	36	14,4	19,3	0	0
16/12/2019 0:45	0,008	0,006	16,7	0,3	1	11,2	0	37	14,4	19,3	0	0
16/12/2019 1:00	0,007	0,016	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19,2	0	0

16/12/2019 1:15	0,012	0,016	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 1:30	0,009	0,016	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 1:45	-0,005	0,016	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 2:00	0,028	0,01	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 2:15	0,003	0,01	16,7	0,3	1	11	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 2:30	0,021	0,01	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 2:45	0,008	0,01	16,7	0,3	1	11	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 3:00	0,015	0,008	16,7	0,3	1	11	0	37	14,4	19,2	0	0
16/12/2019 3:15	0,012	0,008	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19,2	0	0
16/12/2019 3:30	-0,003	0,008	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19,2	0	0
16/12/2019 3:45	0,015	0,008	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 4:00	0,02	0,012	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19,1	0	0
16/12/2019 4:15	0	0,012	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19	0	0
16/12/2019 4:30	0,015	0,012	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19	0	0
16/12/2019 4:45	0,006	0,012	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19	0	0
16/12/2019 5:00	0,004	0,01	16,7	0,3	1	10,8	0	37	14,4	19	0	0
16/12/2019 5:15	0,011	0,01	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19	0	0
16/12/2019 5:30	0,009	0,01	16,7	0,3	1	10,9	0	37	14,4	19	0	0
16/12/2019 5:45	0,017	0,01	16,7	0,3	1	10,7	0	37	14,4	18,9	0	0
16/12/2019 6:00	0,013	0,013	16,7	0,3	1	10,6	0	38	14,4	18,9	0	0
16/12/2019 6:15	-0,001	0,013	16,7	0,3	1	10,9	0	38	14,4	18,9	0	0
16/12/2019 6:30	0,017	0,013	16,7	0,3	1	10,8	0	38	14,4	18,9	0	0
16/12/2019 6:45	0,008	0,013	16,7	0,3	1	11	0	37	14,4	19	0	0

16/12/2019 7:00	0,002	0,003	16,7	0,3	1	11,5	0	36	14,4	19,3	0	0
16/12/2019 7:15	0,022	0,003	16,7	0,3	1	11,7	0	36	14,4	19,5	0	0
16/12/2019 7:30	0	0,003	16,7	0,3	1	11,7	0	35	14,4	19,8	0	0
16/12/2019 7:45	0,006	0,003	16,7	0,3	1	12,6	0	34	14,4	20,5	0	0
16/12/2019 8:00	0	0,008	16,7	0,3	1	13,9	0	30	14,4	21,8	0	0
16/12/2019 8:15	0,002	0,008	16,7	0,3	1	14,4	0	28	14,4	23	0	0
16/12/2019 8:30	-0,004	0,008	16,7	0,3	1	14,9	0	26	14,4	24	0	0
16/12/2019 8:45	0,003	0,008	16,7	0,3	1	15,7	0	24	14,4	25,3	0	0
16/12/2019 9:00	0,004	0,004	16,7	0,3	1	16,1	0	22	14,4	26,5	0	0
16/12/2019 9:15	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	16,2	0	21	14,4	28,3	0	0
16/12/2019 9:30	0,024	0,004	16,7	0,3	1	15,6	0	20	14,4	28,7	0	0
16/12/2019 9:45	0,008	0,004	16,7	0,3	1	15,7	0	20	14,4	28,4	0	0
16/12/2019 10:00	0,009	0,007	16,7	0,3	1	15,6	0	21	14,4	28,2	0	0
16/12/2019 10:15	0,006	0,007	16,7	0,3	1	16,2	0	21	14,4	28,1	0	0
16/12/2019 10:30	-0,004	0,007	16,7	0,3	1	16,7	0	20	14,4	28,3	0	0
16/12/2019 10:45	0,002	0,007	16,7	0,3	1	16,5	0	20	14,4	28,3	0	0
16/12/2019 11:00	0,013	0	16,7	0,3	1	16,6	0	20	14,4	28,3	0	0
16/12/2019 11:15	-0,005	0	16,7	0,3	1	18,3	0	19	14,4	29,1	0	0
16/12/2019 11:30	-0,005	0	16,7	0,3	1	19	1	17	14,4	30,4	0	0
16/12/2019 11:45	0,01	0	16,7	0,3	1	19,6	0	16	14,4	31,4	0	0
16/12/2019 12:00	0,007	0,001	16,7	0,3	1	18,7	0	16	14,4	31,9	0	0
16/12/2019 12:15	0,008	0,001	16,7	0,3	1	18,3	0	16	14,4	31,6	0	0
16/12/2019 12:30	0,01	0,001	16,7	0,3	1	18,6	1	16	14,4	31,3	0	0

16/12/2019 12:45	0,01	0,01	16,7	0,3	1	9,2	0	42	14,4	16,4	0	0
16/12/2019 13:00	0,013	0,007	16,7	0,3	1	9,1	0	42	14,4	16,2	0	0
16/12/2019 13:15	0,018	0,007	16,7	0,3	1	8,9	0	42	14,4	16,1	0	0
16/12/2019 13:30	0,001	0,007	16,7	0,3	1	9,1	0	42	14,4	16,1	0	0
16/12/2019 13:45	-0,003	0,007	16,7	0,3	1	9,2	0	42	14,4	16,2	0	0
16/12/2019 14:00	0	0,01	0	0,3	1	20,4	0	25	14,3	27,6	0	0
16/12/2019 14:15	0	0,01	0	0,3	1	20,4	0	25	14,3	27,6	0	0
16/12/2019 14:30	0	0,01	15,2	0,3	1	19,2	0	25	14,3	25,5	256	0
16/12/2019 14:45	0,006	0,01	16,7	0,3	1	19,9	0	24	14,4	24,9	256	0
16/12/2019 15:00	0,01	0,018	16,7	0,3	1	20,4	0	23	14,4	25,3	256	0
16/12/2019 15:15	0,008	0,018	16,7	0,3	1	20	0	22	14,4	25,8	256	0
16/12/2019 15:30	-0,004	0,018	16,7	0,3	1	19,5	0	22	14,4	25,8	256	0
16/12/2019 15:45	-0,002	0,018	16,7	0,3	1	19,4	0	22	14,4	25,5	256	0
16/12/2019 16:00	0,024	0,006	16,7	0,3	1	19,5	0	21	14,4	25,4	0	0
16/12/2019 16:15	-0,003	0,006	16,7	0,3	1	19,3	0	21	14,4	25,3	0	0
16/12/2019 16:30	-0,005	0,006	16,7	0,3	1	19,2	0	22	14,4	25,1	0	0
16/12/2019 16:45	0,017	0,006	16,7	0,3	1	19,1	0	22	14,4	25	0	0
16/12/2019 17:00	-0,001	0,003	16,7	0,3	1	19	0	22	14,4	24,9	0	0
16/12/2019 17:15	0,015	0,003	16,7	0,3	1	18,9	0	22	14,4	24,8	0	0
16/12/2019 17:30	0,012	0,003	16,7	0,3	1	18,7	0	22	14,4	24,7	0	0

*Elaborado por: Lema Santiago*