

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“CALIDAD DEL AIRE Y LOS EFECTOS EN LA SALUD POR
PM10, EN UN TRAMO DE LA Av. TÚPAC AMARU, DISTRITO
DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO –
UCAYALI-2015”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Bach. Erika Madeleine Mosqueda Hoyos

Pucallpa – Perú

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES



COMISION DE GRADOS Y TITULOS
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 21

En la ciudad de Pucallpa, a las 7: 40am del día 28 de Setiembre del 2015, se reunieron en la Sala de Butaca N° 1, Pabellón IV de la Universidad Nacional de Ucayali, los miembros del jurado calificador, integrado por los siguientes docentes:

Ing. Mg. HECTOR QUISPE CERNA	Presidente
Ing. Mg. MELCHOR DOLMOS CASTRO	Miembro
Dr. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA	Miembro

Para proceder a evaluar la sustentación de la tesis titulada “CALIDAD DEL AIRE Y LOS EFECTOS EN LA SALUD POR PM10, EN UN TRAMO DE LA Av. TÚPAC AMARU, DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI-2015”, presentado por el Bach. ERIKA MADELEINE MOSQUEDA HOYOS.

Terminada la exposición se procedió al rol de preguntas por los miembros del jurado calificador, siendo absuelto satisfactoriamente por el sustentante, razón por el cual, la tesis fue aprobada por **UNANIMIDAD**, quedando el tesista expedito para optar el título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, siendo las 8:45am se dio por concluido este acto académico.

.....
M. Sc. HECTOR QUISPE CERNA
Presidente

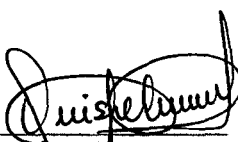
.....
Dr. MARCO ANTONIO CHOTA ISUIZA
Miembro

.....
M. Sc. MELCHOR DOLMOS CASTRO
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, integrado por los siguientes Catedráticos:

Ing. Mg. Hector Quispe Cerna


Presidente

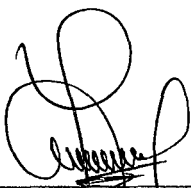
Dr. Marco Antonio Chota Isuiza


Miembro

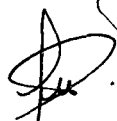
Ing. Mg. Melchor Herberth Dolmos Castro


Miembro

Dr. Grober Panduro Pisco


Asesor

Bach. Erika Madeleine Mosqueda Hoyos


Tesisista

DEDICATORIA

*A Dios, por darme la
oportunidad de vivir y por estar
conmigo en cada paso que doy,
por fortalecer mi corazón e
iluminar mi mente y sobre todo
por darme salud para lograr
mis objetivos.*

*A mis padres José Cleber
Mosqueda Solsol y Lili Hoyos
Vásquez, por creer en mí, por
motivarme a ser mejor cada día
y por su compañía durante todo
el periodo de vida y sobre todo
el periodo de estudio.*

*A mis hermanos, Jesús, Yosiko y
Josephy, por estar conmigo y apoyarme
siempre; son la fuerza que me impulsa a
ser mejor, los quiero mucho.*

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de Ucayali, a través de la Dirección General de Investigación por el financiamiento de mi tesis.
- A la Universidad Nacional de Ucayali, por ser mi casa durante este tiempo y permitirme ser una profesional.
- Al Dr. Grober Panduro Pisco, Asesor de la Tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y su paciencia, me han motivado durante mi formación profesional.
- A la ing. Jenny Paola Zeña Rubio por brindarme su apoyo constante y conocimientos.
- Al ing. Walter Gilberto Román Claros por su apoyo y disposición con el equipo de monitoreo.
- Al ing. Alexander Espinoza Mendoza, por las facilidades y apoyo durante la realización de la tesis.
- A Antero Pierd Luna Ochavano, por su compañía y apoyo incondicional en la etapa de monitoreo y gabinete de mi tesis.
- A mis compañeros y amigos Jairo Jervis Soto Gómez, Paul Reátegui Ramos, Joffre Abel Torres Vásquez y Diego Gonzales Lobaton, por el apoyo en la etapa de monitoreo; y a las personas que me facilitaron su vivienda para la toma de muestras.

INDICE GENERAL

ACTA DE APROBACION.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
ICONOGRAFIAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCION.....	1
<i>CAPITULO I</i>	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	2
<i>CAPITULO II</i>	4
2.1. MARCO TEORICO.....	4
2.1.1. CONCEPTO DE AIRE.....	4
2.1.2. CALIDAD DEL AIRE.....	4
2.1.3. MATERIAL PARTICULADO (PM10).....	4
2.1.4. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO.....	5
2.1.5. EFECTOS DEL MATERIAL PARTICULADO.....	7
2.1.5.1. Efectos en la salud.....	8
2.1.5.2. Efectos Ambientales.....	8
2.1.6. CLIMA.....	9
2.1.6.1. Temperatura.....	9
2.1.6.2. Precipitación.....	9
2.1.6.3. Humedad Relativa.....	10
2.1.6.4. Velocidad del Viento.....	10
2.1.7. PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTIÓN DE LOS DATOS.....	10
2.1.7.1. Alcance de Protocolo.....	10
2.1.7.2. Propósito.....	11
2.1.7.3. Base Legal.....	11
2.1.7.3.1. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.....	11
2.1.7.3.2. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire.....	12
2.1.7.4. Diseño del monitoreo.....	12
a. Escalas del monitoreo.....	13
b. Frecuencia del monitoreo y periodos de muestreo.....	13
c. Método de monitoreo.....	14
d. Selección de sitios de monitoreo.....	14
e. Implementación de las estaciones de monitoreo.....	16
2.1.8. GUIAS DE CALIDAD DEL AIRE DE LA OMS RELATIVAS AL MATERIAL PARTICULADO, EL OZONO, EL DIOXIDO DE NITROGENO Y EL DIOXIDO DE AZUFRE.....	17
2.1.9. INDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	19

2.1.10. MANUAL DE OPERACIÓN. MUESTREADOR DE ALTO VOLUMEN ..	22
2.1.11. ESTUDIOS REALIZADOS	24
2.1.11.1. Estudio de Calidad de Aire y Ruido en el Distrito de Callería, Manantay y Yarinacocha realizado por el Gobierno Regional de Ucayali. 2010	24
2.1.11.2. Monitoreo de Calidad del Aire en la Ciudad de Pucallpa Marzo del 2010 ...	24
2.1.11.3. Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición	25
2.1.11.4. Percepción de Riesgo sobre la Calidad del Aire en el AMG.....	25
CAPITULO III	26
3.1. METODOLOGIA.....	26
3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.1.1.1. METODOLOGIA PARA EL PRIMER OBJETIVO	26
“Determinar la calidad del aire por material particulado”	26
3.1.1.2. METODOLOGIA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO	26
“Determinar los efectos en la salud a causa del material particulado PM10”	26
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	27
3.2.1. POBLACIÓN	27
a. Concentración de Partículas.....	27
b. Aplicación de encuestas.....	27
3.2.2. MUESTRA	28
a. Determinación de Concentración de Partículas	28
b. Aplicación de encuestas.....	28
3.2.2.1. Ubicación del área de estudio	29
3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	40
3.3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS	30
3.3.2. RECOLECCIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE LAS ENCUESTAS	35
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	35
3.4.1. TÉCNICAS.....	35
3.4.1.1. Análisis de separación inercial/filtración gravimétrico	35
3.4.1.2. Estadística.....	35
3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
3.4.2.1. Materiales	35
3.4.2.2. Equipos	35
3.4.2.3. Herramientas.....	35
CAPITULO IV	36
4.1. RESULTADO Y DISCUSION	36
4.1.1. CONCENTRACIÓN DE PM10 EN LA AV. TÚPAC AMARU	36
4.1.1.1. Punto 01 Av. Túpac Amaru/Jr. Daniel Alcides Carrión.....	36
a. Concentración de Material Particulado Punto 01	36
b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 1	37
4.1.1.2. Punto 02 Av. Túpac Amaru/Jr. 28 de Julio	38
a. Concentración de Material Particulado Punto 02	38
b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 2	39
4.1.1.3. Punto 3 Av. Túpac Amaru/Jr. Virgen de Tabalozos	40
a. Concentraciones de Material Particulado en el Punto 03	41
b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 03	41
4.1.1.4. Análisis de concentraciones en la Av. Túpac Amaru.....	41
4.1.2. ENCUESTAS	42
a. Percepción sobre los daños a la salud a causa de la contaminación del aire	42

b. Grado de Contaminación del aire según su percepción.....42

c. Estado de Salud.....43

d. Problemas de Salud a causa de la contaminación del aire.....43

e. Las personas más afectadas por la contaminación del aire.....44

f. La percepción de la contaminación del aire 44

g. Fuentes de contaminación del aire.....45

4.1.2.1. Analisis de las encuestas 45

CAPITULO V.....47

CONCLUSIONES.....47

CAPITULO VI.....48

RECOMENDACIONES 48

CAPITULO VII.....49

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 49

ANEXOS 51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Partículas de PM10 y PM 2.5	5
Tabla 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire	12
Tabla 3. Niveles de Alerta para Contaminantes	12
Tabla 4. Definición de escalas para la realización de monitoreo ambientales	13
Tabla 5. Guía de calidad del aire y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones de 24 horas.	19
Tabla 6. Categorías del Índice de Calidad del Aire	20
Tabla 7. Niveles de Índice de Calidad del Aire y significado	21
Tabla 8. Coordenadas de los puntos monitoreados	29
Tabla 9. Registro de Parámetros de campo	28
Tabla 10. Registro de Parámetros del laboratorio	32
Tabla 11. Cálculo para Rata de Flujo Actual en m ³ /min	33
Tabla 12. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 01	35
Tabla 13. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 02	38
Tabla 14. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 03	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tamaño de las partículas PM10 Y PM2.5	6
Figura 2. Área de influencia a evaluar	27
Figura 3. Puntos de muestreos	28
Figura 4. Mapa de ubicación de puntos de monitoreo	30
Figura 5. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 01	36
Figura 6. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 02	38
Figura 7. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 03	40
Figura 8. Percepción sobre los daños a la salud a causa de la contaminación del aire	42
Figura 9. Grado de Contaminación del aire según su percepción	42
Figura 10. Estado de Salud	43
Figura 11. Problemas de Salud a causa de la contaminación del aire	43
Figura 12. Las personas más afectadas por la contaminación del aire	44
Figura 13. La percepción de la contaminación del aire	44
Figura 14. Fuentes de contaminación del aire	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de datos para campo	51
Anexo 2. Encuesta	52
Anexo 3. Modelo de Conteo de Tráfico	54
Anexo 4. Datos Meteorológicos	54
Anexo 5. Morbilidad del Puesto de Salud Fraternidad	56
Anexo 6. Iconografías	58

ICONOGRAFIA

Fotografia 1. Georreferenciación con GPS.	58
Fotografia 2. Pesado del papel filtro antes y después del secado en la estufa.....	58
Fotografia 3. Secado de papel filtro en la estufa.	59
Fotografia 4. Trasladando el HiVol al punto de monitoreo.....	59
Fotografia 5. Instalando el HiVol	60
Fotografia 6. Colocando el papel filtro.....	60
Fotografia 7. Colocando la cartilla	61
Fotografia 8. Prendiendo el HiVol	61
Fotografia 9. Midiendo la temperatura.....	62
Fotografia 10. Midiendo la presión	62
Fotografia 11. HiVol operando durante el día.....	63
Fotografia 12. HiVol operando durante la noche	63
Fotografia 13. Retirando el papel filtro con ayuda del asesor.....	64
Fotografia 14. Colocando el papel filtro en una bolsa Ziploc para después pesarlo en una balanza analítica	64
Fotografia 15. Constante suspensión de material particulado por vehículos pesados.....	65
Fotografia 18. Constante suspensión de material particulado por vehículos menores y pesados.....	65
Fotografia 19. Con el equipo de trabajo	66
Fotografia 20. Monitoreando con el apoyo del practicante	66

“Calidad del aire y los efectos en la salud por PM10, en un tramo de la Av. Túpac Amaru, distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo – Ucayali-2015”

¹ *Erika Madeleine Mosqueda Hoyos*

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la Av. Túpac Amaru, desde el Jr. Aguaytía al Jr. Virgen de Fátima, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, iniciándose en Abril del 2014 y culminado a fines de Octubre del 2014; cuyo objetivo fue determinar la calidad del aire y los efectos en la salud por material particulado (PM 10). Se evaluó en tres puntos ubicados en el tramo de la Av. Túpac Amaru, intersectando con los jirones Daniel Alcides Carrión, 28 de Julio y Virgen de Tabalozos. Los métodos utilizados fueron mediante monitoreo utilizando equipo Hivol (muestreador de alto volumen), por un periodo de 30 días, realizando el análisis gravimétrico de las muestras con la finalidad de conocer la calidad del aire por concentración de PM10. Otro método utilizado fue mediante encuestas que se realizaron por un periodo de 30 días y se hicieron con la finalidad de conocer los efectos que causa la exposición permanente al material particulado (PM10) en la salud de las personas que habitan en el lugar.

Los promedios de las concentraciones de material particulado (PM10) son: Punto 01 629.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Punto 02, 658.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Punto 03, 870.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; siendo el punto 03 con mayor concentración de PM10. Es decir, dichos resultados muestran que los 3 puntos de monitoreo se encuentran en un nivel de alerta de Emergencia porque superan los Niveles de Estados de Alerta por contaminación de aire mayor a 420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por un periodo de 24 horas.

Las encuestas reflejan la percepción de las personas que viven en la zona, en la que señalan que el aire está contaminado, que los problemas de salud a diario son las molestias, desespero y el aburrimiento, y con frecuencia presentan agotamiento, ardor de ojos y tos.

Palabras clave: Análisis gravimétrico, PM10, calidad del aire, contaminación del aire, percepción y Niveles de estados de alerta

¹ Bachiller en Ciencias Ambientales. Egresado de la Universidad Nacional de Ucayali

"Air quality and health effects for PM10, in a section of the Av Tupac Amaru, Manantay district, province of Coronel Portillo -. Ucayali-2015"

² *Erika Madeleine Mosqueda Hoyos*

ABSTRACT

The research was conducted at Av Tupac Amaru, from Aguaytía Jr. Lady of Fatima, Manantay District, Province of Coronel Portillo, Ucayali region, beginning in April 2014 and completed in late October 2014.; whose objective was to determine the air quality and health effects particulate matter (PM 10). It was evaluated in three points located in the section of the Av. Tupac Amaru, intersecting with the shreds Daniel Alcides Carrion, July 28 and Virgin Tabalozos. The methods used were HiVol by monitoring using equipment (high volume sampler), for a period of 30 days, making the gravimetric analysis of samples in order to meet air quality for PM10 concentration. Another method used was through surveys conducted for a period of 30 days and were made with the purpose of knowing the effects it causes permanent particulate matter (PM10) in the health of people living in the place exposure.

The average concentrations of particulate matter (PM10) are: Point 01 629.04 ug/m³; Point02, 658.69 ug/m³ and Point 03 870.42 ug/m³; It is the point 03 with the highest concentration of PM10. That is, these results show that the 3 monitoring points are at a level emergency alert because they exceed the levels of alertness air pollution more than 420 ug / m³ for a period of 24 hours.

The conduct surveys show that people living in the area are aware that the air is polluted, that the health problems are daily discomfort, despair and boredom, and often have fatigue, burning eyes and coughing.

Keywords: Gravimetric analysis, PM10, quality of the air and Standards National of Environmental quality for air

² Environmental Science Bachelor. Graduate of the National University of Ucayali

INTRODUCCIÓN

La calidad del aire está siendo afectado por el material particulado causando daños a la salud de los ciudadanos y al medio ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS-2005); se calcula que en el mundo suman 1,3 millones las personas que mueren al año a causa de la contaminación atmosférica urbana; más de la mitad de esas defunciones ocurren en los países en desarrollo. La contaminación del aire representa un grave problema de higiene del medio que afecta a los habitantes de los países en desarrollo y desarrollados. Los residentes de las ciudades donde hay niveles elevados de contaminación atmosférica padecen más enfermedades cardíacas, problemas respiratorios y cánceres de pulmón.

Los efectos en la salud, por las altas concentraciones de partículas pueden ser graves, sobre todo en el sistema respiratorio humano, ya que este se encarga por medio de filtros (mucosas de la nariz) de eliminar las partículas más grandes; las más pequeñas, sin embargo, tienen una capacidad de penetración mucho mayor, y su adherencia en bronquios y pulmones causa problemas respiratorios, como asma, bronquitis, y dependiendo de su composición e interacción con otros factores, pueden causar a medio y largo plazo, cáncer de pulmón

El estudio se realizó en el distrito de Manantay, específicamente en la Av. Túpac Amaru desde el Jr. Aguaytía al Jr. Virgen de Fátima, debido a que es una vía principal no pavimentada con alta transitabilidad de vehículos menores, livianos y pesados.

El desarrollo del presente estudio, fue con el objetivo de determinar la calidad del aire por material particulado (PM10) y los efectos en la salud de la población. Es por ello que se realizara los monitoreos para determinar la concentración de PM10 y los efectos que causan a la población a través de encuestas.

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

El material particulado es un problema de contaminación caracterizado por su movilidad. Cuando no hay viento, las partículas pueden permanecer en el aire durante minutos u horas, en cambio, mientras haya viento constante podrían mantenerse durante días o semanas viajando por diversos territorios dejando rastros de su presencia en diversos sitios distintos a donde fueron originalmente generadas (Silva, 2010).

Los efectos en la salud, por las altas concentraciones de partículas pueden ser graves, sobre todo en el sistema respiratorio humano ya que este se encarga por medio de filtros (mucosas de la nariz) de eliminar las partículas más grandes; las más pequeñas, sin embargo, tienen una capacidad de penetración mucho mayor, y su adherencia en bronquios y pulmones causa problemas respiratorios como dificultades respiratorias, gripe y asma, además de otros problemas como ardor de ojos, tos, estornudos, garganta irritada, angustia, molestia, desespero, agotamiento, aburrimiento y pesimismo, que pueden causar a medio y largo plazo, cáncer de pulmón (Muñoz et al, 2007)

Esto ha generado la realización del proyecto en el Distrito de Manantay, específicamente en la Av. Túpac Amaru por ser una vía principal del Distrito de Manantay, en la cual hay alta transitabilidad (vehículos menores, livianos, pesados y peatones) y no se encuentra pavimentada; además existen otras fuentes de contaminación como: los aserraderos, triplayeras, carboneras y pollerías

El distrito de Manantay al ser relativamente joven, conlleva al desarrollo, crecimiento acelerado de la población y el acceso o arreglo de vías, así como a la contaminación atmosférica, que es un problema latente y permanente en dicho Distrito, cuyas fuentes podría ser:

- **Los carboneros:** Mediante la observación directa se identificó 7 carboneros, en donde emanan gran cantidad de material particulado de la quema de la materia prima que es utilizada para elaborar carbón, asimismo se observó que la mayoría

de los carboneros identificados se encuentra ubicado en la ribera de la quebrada Yumantay.

- **Aserraderos y triplayeras:** Esta actividad es una de las principales fuentes de contaminación del aire en el distrito de Manantay, debido a que mediante sus procesos - Aserraderos y triplayeras: Esta actividad es una de las principales fuentes de contaminación del aire en el distrito de Manantay estas actividades vienen operando en la ribera del río.
- **Pollerías:** Se encuentran en la av. Manantay, aportan a la contaminación del aire, por medio de emisión de gases de efecto invernadero por el uso de sus chimeneas.
- **Trafico constante:** La Av. Túpac Amaru es una vía no asfaltada con alta transitabilidad de vehículos menores (motos y motokar), livianos (autos, furgón y camionetas); y pesados (maquinaria pesada, volvos y volquetes), la cual es una de las principales fuentes de contaminación atmosférica por material particulado.

El presente estudio da a conocer la situación actual del problema de contaminación del aire en la que viven a diario las personas de la zona

CAPITULO II

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. CONCEPTO DE AIRE

Según Silva (2010), el aire es un recurso natural que, así como sucede con muchos otros, recibe el embate de la contaminación generada por el hombre y también una aportación de la misma naturaleza. Esto quiere decir que además del hombre, también la naturaleza contribuye a que tengamos un aire con cierto nivel de contaminantes. Importante resulta aclarar que la responsabilidad de los problemas actuales de contaminación atmosférica no está equitativamente distribuida entre los referidos generadores ya que la concentración poblacional en las ciudades es causa de múltiples problemas evidentes en este vital elemento. El aire en la atmósfera está compuesto natural y originalmente por diversos gases entre los cuales el nitrógeno (78%) es el predominante, siguiéndole el oxígeno (21%) y completándose con cantidades sumamente reducidas de otros gases tales como argón (0.9%), dióxido de carbono (0.03%) y otros.

2.1.2. CALIDAD DE AIRE

La calidad del aire está íntimamente relacionada con la naturaleza de los contaminantes y los puntos específicos desde donde se emiten dichos contaminantes. La calidad del aire puede medirse por instrumentos altamente especializados o puede estimarse basándose en información que se obtiene a través de inventarios de emisiones. La atmósfera se limpia ella misma por acción natural mediante la lluvia y el viento. Cuando este proceso natural no sea capaz de ejercer estas funciones debido a altas concentraciones de contaminantes en la atmósfera se entiende que existen problemas de contaminación de aire. El aire al que denominamos como atmósfera comunal consiste mayormente de una mezcla de los gases nitrógeno y oxígeno. Las concentraciones de estos gases en la atmósfera son de 78% nitrógeno y 21% de oxígeno. El restante 1% lo constituyen otros gases (Kirill Ya, *et al*, 2006).

2.1.3. MATERIAL PARTICULADO (PM10)

Se define como un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera.

Las partículas atmosféricas pueden ser emitidas por una gran variedad de fuentes de origen natural o antropogénico. Respecto a los mecanismos de formación, las

partículas pueden ser emitidas como tales a la atmósfera (primarias) o bien ser generadas por reacciones químicas (partículas secundarias). Dichas reacciones químicas pueden consistir en la interacción entre gases precursores en la atmósfera para formar una nueva partícula por condensación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación (Kirill Ya, et al, 2006).

2.1.4. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO

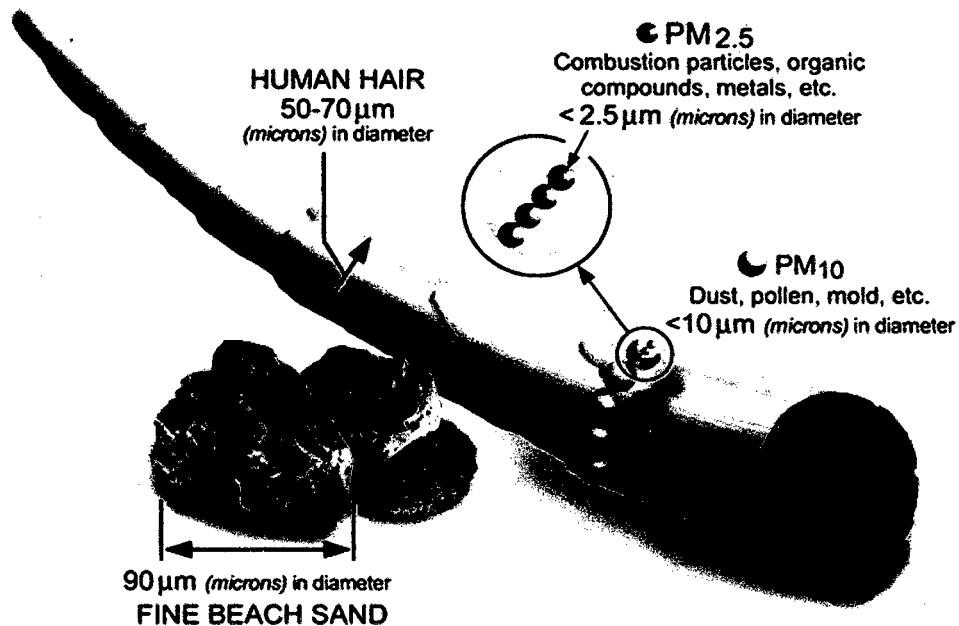
Según AirNow (2015), la contaminación por partículas, también llamado partículas o PM, es una mezcla de sólidos y líquidas que flotan en el aire. Algunas partículas se liberan directamente de una fuente específica, mientras que otros se forman en las reacciones químicas complicadas en la atmósfera. Las partículas vienen en una amplia gama de tamaños. Las partículas menores o iguales a 10 micrómetros de diámetro son tan pequeños que pueden entrar en los pulmones, que puede causar problemas de salud graves. Diez micrómetros es menor que la anchura de un cabello humano.

Tabla 1. Partículas de PM10 y PM 2.5

	Partículas gruesas (PM 10)	Bellas partículas (PM 2.5)
Lo que ellos son	• humo, la suciedad y el polvo de las fábricas, la agricultura y carreteras • moho, esporas y polen	• compuestos orgánicos tóxicos • metales pesados
¿Cómo están hechas	triturar y moler rocas y el suelo entonces soplado por el viento	• los automóviles de conducción • plantas (incendios forestales e incendios forestales o desechos de jardín) quema • fundición (purificación) y de procesamiento de metales

Fuente: U.S EPA (Environmental Protection Agency - Estados Unidos)

Las partículas más pequeñas son más ligeras y se quedan en el aire más tiempo y viajar más lejos. PM₁₀ (grandes) partículas pueden permanecer en el aire durante minutos u horas mientras PM_{2.5} (pequeñas) partículas pueden permanecer en el aire durante días o semanas. Las Partículas PM₁₀ pueden viajar tan poco como cien yardas o hasta 30 millas. Partículas PM_{2.5} van aún más lejos; muchos cientos de millas.



Fuente: U.S EPA (Environmental Protection Agency - Estados Unidos)

Figura 01. Tamaño de las partículas PM₁₀ Y PM_{2.5}

Según ATSDR (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades); la contaminación del aire es un problema principal en la sociedad moderna, esta es producida por toda sustancia no deseada que ingresa a la atmósfera, estas sustancias incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia particulada que pueden ser dañinos para la salud humana y el medio ambiente.

La contaminación puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos. Muchos contaminantes se liberan al aire como resultado del comportamiento humano. La contaminación existe a diferentes niveles: personal, nacional y mundial. Algunos contaminantes vienen de fuentes naturales.

Los incendios forestales emiten partículas, gases y compuestos orgánicos volátiles (sustancias que se evaporan en la atmósfera) · Partículas de polvo ultrafinas creadas por la erosión del suelo cuando el agua y el clima sueltan capas del suelo, aumentan los niveles de partículas en suspensión en la atmósfera. ·

2.1.5. EFECTOS DEL MATERIAL PARTICULADO

Según la EPA (2014), el tamaño de las partículas está directamente relacionada con su potencial de causar problemas de salud. Las pequeñas partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro plantean los mayores problemas, ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones, y algunos pueden incluso entrar en el torrente sanguíneo.

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a sus pulmones y su corazón. Las pequeñas partículas de preocupación incluyen "partículas gruesas inhalables" (como las que se encuentran cerca de carreteras e industrias polvorientos), que son más grandes que 2,5 micrómetros y menor de 10 micrómetros de diámetro; y "partículas finas" (tales como los encontrados en el humo y la neblina), que son 2,5 micrómetros de diámetro y más pequeños.

La Ley de Aire Limpio requiere que la EPA establezca las normas de calidad del aire para proteger la salud pública y el bienestar público (por ejemplo, de visibilidad, los cultivos y la vegetación). La contaminación por partículas afecta a ambos.

2.1.5.1.Efectos en la salud

La contaminación por partículas - partículas especialmente finas - contiene sólidos microscópicos o gotitas líquidas que son tan pequeñas que pueden penetrar profundamente en los pulmones y causar problemas de salud graves. Numerosos estudios científicos han relacionado la exposición a la contaminación de partículas a una variedad de problemas, incluyendo:

- La muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.
- Ataques cardíacos no fatales.
- Latido del corazón irregular.
- Asma agravado.
- Disminución de la función pulmonar.
- Aumento de los síntomas respiratorios, tales como irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.

Las personas con enfermedades del corazón o de los pulmones, los niños y los adultos mayores son los más propensos a ser afectados por exposición a la contaminación de partículas. Sin embargo, incluso si usted está sano, puede experimentar los síntomas temporales de la exposición a niveles elevados de contaminación por partículas.

2.1.5.2.Efectos Ambientales

Daños Ambientales

Las partículas pueden ser transportadas a través de largas distancias por el viento y luego se depositan en el suelo o el agua. Los efectos de este asentamiento incluyen: hacer lagos y arroyos ácidos; cambiando el balance de nutrientes en las aguas costeras y las grandes cuencas fluviales; agotan los nutrientes en el suelo; dañar los bosques sensibles y los cultivos agrícolas; y que afectan a la diversidad de los ecosistemas.

Daños Estética

Contaminación de partículas puede causar daños a objetos de importancia cultural, como estatuas y monumentos.

2.1.6. CLIMA

CepSA Perú (2012) refiere que el clima de la localidad es cálido, húmedo y con lluvias bastante concentradas casi todo el año, sólo en el mes de junio acontece un fenómeno climático especial llamado "fríos de San Juan" cuando la temperatura desciende considerablemente por algunos días.

Su elevada precipitación pluvial alcanza una media anual de 2 000 mm, la cual varía durante todo el año, presentándose períodos secos definidos entre julio y agosto, y con intensa precipitación entre noviembre y marzo. La temperatura fluctúa entre los 19,7°C y 30,6°C, registrándose la más alta entre mayo y agosto, y las mínimas entre diciembre y marzo.

2.1.6.1. Temperatura

La temperatura en esta región de la amazonia se presenta más estable que las precipitaciones, dado que los factores que lo determinan o son constantes a lo largo del año, caso de la latitud reflejada en la insolación, o tienen un efecto insignificante, caso de la altitud. Sin embargo, el comportamiento de este parámetro muestra pequeñas variaciones mensuales y diarias de cierta notoriedad. Estas diferencias de temperatura responden en primer lugar a la presencia de masas de aire frío (polares y continentales) que pueden bajar las temperaturas hasta en 6 u 8°C por debajo de las mínimas habituales; estos eventos son conocidos en la Amazonía como friaje y son de corta duración, y en segundo lugar está relacionado con el comportamiento de la nubosidad y las precipitaciones, de tal modo que los máximos valores de temperatura se presentan en los meses de primavera, meses de menor presencia de nubosidad con respecto al verano, originando que la radiación solar llegue de manera más directa a la superficie.

2.1.6.2. Precipitación

Las precipitaciones pluviales se producen entre los meses de febrero y mayo. Durante este período la temperatura baja hasta 21,6 °C aproximadamente. Y en épocas de estiaje se han llegado a reportar hasta 39 °C, siendo este uno de los registros más calurosos de la selva baja. La precipitación pluvial alcanza los 1,570 mm. El promedio de precipitación es de 1,535 a 2,100 mm/año.

2.1.6.3.Humedad Relativa

La humedad relativa promedio está determinada por la interrelación de temperatura y precipitación, la tasa de evapotranspiración será cada vez mayor cuanto más alta sea la temperatura y menor cuando esta disminuya. En la región amazónica las elevadas temperaturas, la intensa actividad convectiva, y los cuerpos de agua generan valores permanentemente elevados de Humedad relativa.

2.1.6.4.Velocidad del Viento

La dirección predominante de los vientos es nor-noreste (NNE). La dirección del viento en la zona es sureste en los rangos de velocidad de viento de 1-3 m/s y cambia a noreste cuando se hace más intenso mayor a 1.5 m/s. En horas de la noche (a partir de las 20:00 horas) y madrugada (hasta las 07:00 horas) se presentaron condiciones de estabilidad atmosférica. En el resto del tiempo se presentan condiciones de turbulencia que alteran las condiciones de estabilidad atmosférica en la zona de la estación meteorológica (GOREU, 2010).

2.1.7. PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTIÓN DE LOS DATOS

2.1.7.1.Alcance de Protocolo

Este protocolo está diseñado para proporcionar a los operadores del monitoreo de la calidad del aire los principios básicos para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en exteriores, para centros poblados en sus diferentes etapas, así como la gestión de los datos.

A pesar de que el enfoque de este documento son los contaminantes de la calidad ambiental del aire, se han incluido algunos puntos de monitoreo meteorológico por ser parte integral del monitoreo de la calidad del aire. Este protocolo no incluye los principios para el monitoreo de fuentes fijas. La información relacionada al monitoreo de emisiones puede encontrarse en el sector correspondiente

2.1.7.2.Propósito

Este protocolo incluye información para la instalación y operación de sistemas de monitoreo de calidad del aire, así como el manejo de los datos una vez colectados.

El propósito de este protocolo es ser una herramienta para el aseguramiento de la calidad para la operación y tratamiento de los datos generados, a disposición de los operadores de redes de monitoreo de la calidad del aire, de modo que asegure que el monitoreo se realice correctamente, sea consistente, eficiente y genere la información necesaria con el mínimo de recursos.

2.1.7.3.Base Legal

El Artículo 2° inciso 22 de la Constitución Política del Perú; establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, establece la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación.

El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Título Preliminar, Artículo I establece que es obligación de toda la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad.

2.1.7.3.1. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su Artículo 4 establece los estándares primarios de calidad del aire y los niveles de concentración máxima para los siguientes contaminantes criterio:

Tabla 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis ¹
		Valor	Formato	
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial / filtración (gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo IRND (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (método automático)

Fuente: D.S.N° 074-2001-PCM

2.1.7.3.2. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire

El Decreto Supremo N° 009-2003-SA en su Artículo 3 establece los niveles de alerta de los siguientes contaminantes críticos del aire:

Tabla 3. Niveles de Alerta para Contaminantes

TIPO DE ALERTA	Materia Particulada (PM ₁₀)	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)
Cuidado	>250 ug/m ³ promedio de 24 horas	>500 ug/m ³ por 3 horas consecutivas	>15 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	>1 500 ug/m ³ para 24 horas
Peligro	>350 ug/m ³ promedio de 24 horas	>1 500 ug/m ³ por 2 horas consecutivas	> 20 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	> 3 000 ug/m ³ para 24 horas
Emergencia	>420 ug/m ³ promedio de 24 horas	> 2 500 ug/m ³ por 90 minutos consecutivos	> 35 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	> 5 000 ug/m ³ para 24 horas
	Valor estándar ECA D.S. N°074-2001-PCM. Anual 50 (media aritmética anual) 24 horas 150 (NE más de 3 veces al año)	Valor estándar ECA D.S. N°074-2001-PCM. Anual 80 (media aritmética Anual) 24 horas 365 (NE más de 1 vez al año)	Valor estándar ECA D.S. N°074-2001-PCM. 8 horas 10 000 (promedio móvil) 1 hora 30 000 (NE más de 1 vez al año)	Valor referencial Organización Mundial de la Salud 24 horas 150 ug/m ³

Fuente: D.S.N° 009-2003-SA

2.1.7.4. Diseño del monitoreo

El diseño y planificación del monitoreo dependen de los objetivos que se desean alcanzar, la disponibilidad de recursos (económicos, humanos y tiempo), los contaminantes que se van a monitorear, la estrategia de monitoreo y el equipamiento necesario, tipo de información requerida (periodo de monitoreo), calidad de la información (exactitud, precisión, representatividad y comparabilidad) y del usuario para el que se genera la información.

La definición y documentación de los objetivos del monitoreo, así como la definición de los objetivos de la calidad de los datos deben realizarse considerando el uso eficiente de los recursos, la implementación del sistema de aseguramiento de la calidad en el proceso y el diseño adecuado de la red de monitoreo.

a. Escalas del monitoreo

La escala del monitoreo de la calidad del aire debe ser compatible con el objetivo del monitoreo en un lugar, a una escala espacial apropiada y representativa, para así facilitar la localización física de las estaciones de monitoreo. La escala de representatividad espacial relativa a cada contaminante se define para establecer la relación entre los objetivos de monitoreo y localización física de la estación de monitoreo. De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) se aplican seis escalas de representatividad espacial para ubicar los sistemas de monitoreo.

Tabla 4. Definición de escalas para la realización de monitoreo ambientales

Categoría de Escala	Definición
Microescala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros hasta 0.5 kilómetros.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4.0 kilómetros.
Escala Urbana	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala Nacional o Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

b. Frecuencia del monitoreo y periodos de muestreo

El término frecuencia de monitoreo indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un intervalo de tiempo, en un punto o en un área de muestreo. La frecuencia del monitoreo de cada uno de los contaminantes depende de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional que establece los periodos de evaluación (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y Decreto Supremo N° 009-2003-SA).

c. Método de monitoreo

Muestreadores activos: Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector – como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático)- durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales.

d. Selección de sitios de monitoreo

La selección del sitio de monitoreo es importante y requiere la ubicación más representativa para monitorear las condiciones de la calidad del aire. Esta selección puede realizarse de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Definir claramente el propósito de la red o estación de monitoreo.
- Revisar información histórica (datos climatológicos y meteorológicos, mapas topográficos, inventarios de emisiones, resultados de modelos de dispersión, patrones de tráfico, usos de suelo, distribución de la población y datos de monitoreo existentes).
- Identificar las áreas potenciales para la localización de las estaciones de monitoreo (áreas residenciales o poblaciones susceptibles, áreas industriales o comerciales y áreas límites de ciudad (ubicaciones a favor del viento para mediciones de ozono o en contra del viento para mediciones de fondo).
- Desarrollar una lista de verificación para la evaluación del sitio que recopile (distancia entre el sitio y lugares de interferencia, fuentes específicas, productos químicos agrícolas, carreteras, altura y requerimientos de orientación, disponibilidad de energía eléctrica, disponibilidad de líneas telefónicas para transmisión de datos y comunicación, accesibilidad y seguridad, ausencia de árboles u obstáculos, duración u horario de medición).
- Inspeccionar los sitios potenciales en cada área.
- Selección final del sitio.

- Otros datos

Información como datos demográficos, salud, población o usos de suelo, y sobre todo con el uso de sistemas de información geográfica, pueden servir en la identificación de sectores impactados o más susceptibles, por sus características, a la contaminación.

Como las mediciones se llevarán a cabo en sitios donde la calidad del aire es representativa de la zona que está sujeta a investigación, no podrán haber obstáculos que afecte el movimiento del aire en el sitio, ni fuentes de emisión que puedan invalidar las muestras por el arrastre a la toma del muestreador de las emisiones de alguna fuente. Es decir, el movimiento del aire alrededor de la entrada de la toma de muestra deberá estar libre de restricciones que afecten el flujo del aire en las cercanías del muestreador, por lo que se recomienda ubicarlo algunos metros alejado de edificios, balcones, árboles, etc.

Algunas de las recomendaciones que se fijan en los manuales de los diferentes organismos se presentan a continuación:

- Para asegurar el flujo lo más libre posible, se deben evitar árboles y edificios en un área de 10 metros alrededor del sitio de muestreo y no tomar muestras en las superficies laterales de los edificios.
- En lo posible, deben rechazarse las interferencias en las estaciones de muestreo, por la circulación local que depende de factores topográficos.
- Para minimizar los efectos de las fuentes locales, se recomienda instalar la estación de monitoreo a una distancia de por lo menos 20 metros de cualquier fuente industrial, doméstica o de carreteras con alto tráfico vehicular.
- La entrada del muestreador debe estar entre 1.5 y 4 metros sobre el nivel del piso. Una altura de 1.5 metros se utiliza para estimar exposiciones potenciales del ser humano a situaciones de gran carga de tráfico vehicular. Sin embargo, para evitar el vandalismo en algunos sitios de monitoreo, se prefiere instalar la toma de muestra a una altura de 2.5 metros. Existen algunas circunstancias, para los estudios de los antecedentes de contaminación en ciudades, en donde no es posible

cumplir con el requisito de una altura de 4 metros, por lo cual se ha realizado instalaciones de toma de muestra hasta 8 metros de altura.

- La entrada del muestreador no debe localizarse cerca de fuentes de contaminación, para evitar arrastres de plumas de chimeneas domésticas o industriales.
- Para medir los parámetros meteorológicos se recomienda instalar los instrumentos a una altura de 10 metros sobre el nivel del suelo, y tomar mediciones a diferentes alturas con el objeto de obtener gradientes térmicos.

e. Implementación de las estaciones de monitoreo

- Acceso

El lugar para la ubicación de la estación de monitoreo debe ser accesible en todo momento y debe contar con un área para que los vehículos con el personal responsable ingresen al lugar, así como los vehículos de entrega de los cilindros de gases de calibración para el caso de estaciones con equipos automáticos, de modo que el suministro de los mismos se realice sin dificultad. La estructura de la estación de monitoreo debe ser diseñada de modo que ofrezca un fácil acceso a los procesos de operación y mantenimiento rutinario de los equipos. Así mismo, deben adecuarse a las condiciones climáticas del área en estudio. Las estaciones con equipos automáticos deben contar con acceso a una conexión telefónica.

- Seguridad

La estación de monitoreo automático y las casetas para monitoreo activo deben tener los resguardos suficientes contra el vandalismo y el acceso limitado mediante cerraduras y mallas de seguridad.

- **Materiales:** Las casetas que protegerán a los equipos de monitoreo activo y automáticos deben confeccionarse con materiales de aluminio y acero, además de ser diseñadas para controlar las vibraciones y la luminosidad excesiva sobre los instrumentos. Las casetas, en el caso del monitoreo automático, deben estar protegidas frente a la caída de rayos y el exceso de voltaje.

- Suministro eléctrico

El diseño de la estación de monitoreo automática, así como la caseta para el monitoreo activo, debe asegurar suministro eléctrico para los equipos que

inicialmente se encuentren funcionando y también para futuras ampliaciones. Los circuitos eléctricos deben llevar la corriente eléctrica necesaria

2.1.8. GUIAS DE CALIDAD DEL AIRE DE LA OMS RELATIVAS AL MATERIAL PARTICULADO, EL OZONO, EL DIOXIDO DE NITROGENO Y EL DIOXIDO DE AZUFRE.

Según la OMS (2005), las pruebas relativas al material particulado (MP) suspendido en el aire y sus efectos en la salud pública coinciden en poner de manifiesto efectos adversos para la salud con las exposiciones que experimentan actualmente las poblaciones urbanas, tanto en los países desarrollados como en desarrollo. El abanico de los efectos en la salud es amplio, pero se producen en particular en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Se ve afectada toda la población, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad.

Se ha demostrado que el riesgo de diversos efectos aumenta con la exposición, y hay pocas pruebas que indiquen un umbral por debajo del cual no quepa prever efectos adversos en la salud. En realidad, el nivel más bajo de la gama de concentraciones para las cuales se han demostrado efectos adversos no es muy superior a la concentración de fondo, que para las partículas de menos de 2,5 μ (MP2,5) se ha estimado en 3-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tanto en los Estados Unidos como en Europa occidental.

Las pruebas epidemiológicas ponen de manifiesto efectos adversos del MP tras exposiciones tanto breves como prolongadas.

Puesto que no se han identificado umbrales y dado que hay una variabilidad interespecífica sustancial en la exposición y en la respuesta a una exposición determinada, es poco probable que una norma o un valor guía ofrezca una protección completa a todas las personas frente a todos los posibles efectos adversos del material particulado en la salud. El proceso de fijación de normas debe orientarse más bien a alcanzar las concentraciones más bajas posibles teniendo en cuenta las limitaciones, la capacidad y las prioridades en materia de salud pública en el ámbito local. La evaluación cuantitativa del riesgo ofrece un procedimiento para comparar situaciones hipotéticas alternativas de control y estimar el riesgo residual asociado con un valor guía. Tanto la Agencia para la Protección

del Medio Ambiente de los Estados Unidos como la Comisión Europea han utilizado recientemente este procedimiento para revisar sus normas de calidad del aire para el MP.

Exposiciones de corta duración

Suele haber diferencias de opinión entre los países sobre si el promedio más restrictivo de las GCA es el de 24 horas o el anual, dependiendo fundamentalmente de las características específicas de las fuentes de contaminación y de su localización. Al evaluar las GCA de la OMS y los objetivos intermedios, se suele recomendar que se dé preferencia al promedio anual sobre el de 24 horas, ya que con niveles bajos despiertan menos preocupación las desviaciones episódicas. Sin embargo, el logro de los valores guía para la media de 24 horas protegerá frente a niveles máximos de contaminación que de otra manera determinarían un exceso sustancial de morbilidad o mortalidad.

Se recomienda que los países con zonas en las que no se cumplen los valores guía de 24 horas adopten medidas inmediatas para alcanzar estos niveles lo más pronto posible.

En estudios múltiples realizados en Europa (29 ciudades) y en los Estados Unidos (20 ciudades) se notificaron efectos de mortalidad a corto plazo con MP10 del 0,62% y el 0,46% por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media de 24 horas), respectivamente (Katsouyanni et al. 2001; Samet et al. 2000). En un metaanálisis de los datos de 29 ciudades situadas fuera de Europa occidental y de América del Norte se observó un efecto de mortalidad del 0,5% por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Cohen et al. 2004), en realidad muy parecido al obtenido para las ciudades asiáticas (0,49% por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (HEI International Oversight Comité, 2004). Estos resultados parecen indicar que los riesgos para la salud asociados con exposiciones breves al MP10 probablemente son semejantes en las ciudades de los países desarrollados y en desarrollo, con un aumento de la mortalidad de alrededor del 0,5% por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración diaria. Por consiguiente, cabe suponer que una concentración de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dará lugar a un incremento aproximado de la mortalidad diaria del 5%, efecto que sería motivo de gran preocupación y para el cual se recomendarían medidas correctoras inmediatas. El nivel del OI-2 de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estaría

asociado con un incremento aproximado de la mortalidad diaria del 2,5% y el nivel del OI-3 con un aumento del 1,2% (tabla 5).

La GCA para el promedio de 24 horas del MP10 es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y refleja la relación entre las distribuciones de las medias de 24 horas (y su percentil 99) y el promedio de las concentraciones anuales.

Tabla 5. Guía de calidad del aire y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones de 24 horas.

Guías de calidad del aire y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones de 24 horas*

	MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fundamento del nivel elegido
Objetivo intermedio-1 (OI-1)	150	75	Basado en coeficientes de riesgo publicados en estudios multicéntricos y metaanálisis (incremento de alrededor del 5% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA).
Objetivo intermedio-2 (OI-2)	100	50	Basado en coeficientes de riesgo publicados en estudios multicéntricos y metaanálisis (incremento de alrededor del 2,5% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA).
Objetivo intermedio-3 (OI-3)*	75	37,5	Basado en coeficientes de riesgo publicados en estudios multicéntricos y metaanálisis (incremento de alrededor del 1,2% de la mortalidad a corto plazo sobre el valor de las GCA).
Guía de calidad del aire (GCA)	50	25	Basado en la relación entre los niveles de MP de 24 horas y anuales.

2.1.9. INDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE

Según la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), el Índice de la Calidad del Aire (AQI por sus siglas en inglés), es un índice para la presentación de informes de calidad del aire diariamente. El AQI se enfoca en efectos sobre la salud que pueden surgir dentro de unas pocas horas o días después de respirar aire contaminado. EPA calcula el AQI por cinco principales contaminantes del aire regulados por la Ley de Aire Limpio: ozono a nivel del suelo, la contaminación de partículas (también conocida como material particulado), monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno. Para cada uno de estos contaminantes, la EPA ha establecido normas nacionales de calidad del aire para proteger la salud pública. El ozono a nivel del suelo y las partículas en el aire son los dos contaminantes que suponen la mayor amenaza para la salud humana en los Estados Unidos.

El propósito del AQI es para ayudarle a entender lo que significa la calidad del aire local para su salud. Para que sea más fácil de entender, el AQI está dividido en seis categorías:

Tabla 6. Categorías del Índice de Calidad del Aire

Índice de Calidad del Aire (AQI) Valores	Los niveles de preocupación por la salud	Colores
<i>Quando el AQI está en este rango :</i>	<i>. condiciones de calidad .air son:</i>	<i>... Simbolizado por este color:</i>
0-50	Bueno	Verde
51-100	Moderado	Amarillo
101-150	No saludable para grupos sensibles	Naranja
151-200	Insalubre	Rojos
201-300	Muy poco saludables	Púrpura
301-500	Peligroso	Granate

Fuente: U.S EPA (Environmental Protection Agency - Estados Unidos)

Cada categoría corresponde a un nivel diferente de preocupación para la salud. Los seis niveles de preocupación para la salud y lo que significan son: "Bueno" AQI es 0 - 50. La calidad del aire se considera satisfactorio, y la contaminación del aire representa poco o ningún riesgo.

"Moderado" AQI es 51 - 100. La calidad del aire es aceptable; Sin embargo, para algunos contaminantes que puede haber un problema de salud moderada para un número muy reducido de personas. Por ejemplo, las personas que son excepcionalmente sensibles al ozono pueden experimentar síntomas respiratorios.

"No saludable para grupos sensibles" AQI es 101 - 150. Aunque público en general no es probable que se ve afectado en este rango AQI, las personas con enfermedades pulmonares, los adultos mayores y los niños corren un mayor riesgo de exposición al ozono, mientras que las personas con corazón y enfermedades pulmonares, los adultos mayores y los niños están en mayor riesgo de la presencia de partículas en el aire. .

"No saludable" AQI es 151 - 200. Todo el mundo puede empezar a experimentar algunos efectos adversos para la salud, y los miembros de los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves. .

"Muy poco saludables" AQI es 201 - 300. Esto sería desencadenar una alerta sanitaria que significa que todo el mundo puede experimentar efectos de salud más graves.

AQI "peligroso" mayor que 300. Esto daría lugar a una advertencia de salud de condiciones de emergencia. Toda la población tiene más probabilidades de ser afectados.

Tabla 7. Niveles de Índice de Calidad del Aire y significado

Niveles Índice de Calidad del Aire de la preocupación de la Salud	Número Valor	Significado
Bueno	0 a 50	La calidad del aire se considera satisfactorio, y la contaminación del aire representa poco o ningún riesgo
Moderado	51 a 100	La calidad del aire es aceptable; Sin embargo, para algunos contaminantes que puede haber un problema de salud moderado para un número muy pequeño de personas que son excepcionalmente sensibles a la contaminación del aire.
No saludable para grupos sensibles	101-150	Los miembros de los grupos sensibles pueden experimentar efectos sobre la salud. El público en general no es probable que sea afectada.
Insalubre	151-200	Todo el mundo puede empezar a experimentar efectos en la salud; miembros de los grupos sensibles pueden experimentar efectos de salud más graves.
Muy poco saludables	201-300	Las advertencias sanitarias de condiciones de emergencia. Toda la población tiene más probabilidades de ser afectados.
Peligroso	301-500	Alerta sanitaria: todo el mundo puede experimentar efectos más graves de salud

Fuente: U.S EPA (Environmental Protection Agency - Estados Unidos)

2.1.10. MANUAL DE OPERACIÓN DE MUESTREADOR DE ALTO VOLUMEN (HIVOL PM10)

El muestreador de alto volumen (Termo Fisher Scientific, Inc.) es un instrumento amigable capaz de proveer exactitud a un radio de 100 metros, datos reproducibles cuando se calibra, se opera y se mantiene adecuadamente. El radio exactitud de los procedimientos de calibración presentados en este manual son seguidos, la operación de rutina del muestreador HIVOL PM10 puede ser ampliamente simplificado por:

- Eliminar lecturas diarias de presión y temperatura.
- Usando calculaciones idénticas (para ambos muestreadores MFC y VFC) para determinar la rata de flujo (es una función de condiciones ambientales y la presión diferencial a través del filtro) operacional del muestreador

No requiere cualquier equipo extraño (ejemplo manómetros, orificio, ect) para determinar la rata de flujo operacional.

Los pasos tomados antes del muestreo en el campo son:

- a. Reunir el siguiente equipo de monitoreo:
 - Porta filtros (N/P G3000), requerido en todos los muestreadores ASI/GMW HV PM10.
 - Filtro Fibra de Cuarzo (N/P GQMA), requerido para muestreo de PM10
 - Cartilla grabadora de flujo nueva
 - Silicona Dow Corning N° 316
 - Hoja datos de campo (Anexo 1)
- b. Llenar la porción de arriba de la Hoja Datos de Campo
- c. Sobre la parte de atrás de la cartilla registro de flujo, registrar el número de serie del muestreador, ubicación del muestreador y fecha del periodo del muestreo.
- d. Inspeccionar el filtro por huecos, roturas o irregularidades. Si se encuentran, rechazar y seleccionar otro filtro. Registrar número de identificación (ID) del filtro seleccionado sobre la parte de atrás de la cartilla de registro y sobre la Hoja Datos de Campo. Antes de colocar el filtro se debe llevar a un laboratorio; en donde se utiliza una estufa a una temperatura de 105°C por un tiempo de 24 horas para el secado del

filtro; luego se pesó en la balanza analítica para conocer los pesos iniciales. Una vez pesado se transportó los filtros protegidos (de la humedad y partículas) dentro de portafiltros (bolsas impermeables herméticas) al punto donde se hizo el muestreo.

- e. Cargar el portafiltros con un filtro de cuarzo.
 - Aflojar las cuatro tuercas que aguantan al portafiltros y remover la parte superior del portafiltros.
 - Inspeccionar la malla del portafiltros por depósitos o material extraño. Limpiar si es necesario. Asegurarse que el empaque del portafiltros no este dañado o comprimido.
 - Centrar el filtro sobre la malla del portafiltros. Cada filtro tiene una parte de arriba sobre el cual el material particulado se deberá depositar. Para los filtros GQMA, este es el lado áspero.
 - Reinstalar la parte superior del portafiltros y apretar las tuercas.
 - Si el porta filtros está equipado con un protector de malla, cubrir el portafiltros.
- f. Transportar el equipo de monitoreo a la ubicación de muestreo.
- g. Levantar el cabezal del muestreador soltando los seis agarraderas del soporte y suavemente doblar el cabezal hacia atrás hasta que el soporte este asegurado en la segunda posición.
- h. Inspeccionar la malla del muestreador del filtro y remover cualquier depósito con material extraño.
- i. Inspeccionar el empaque de sello del soporte de filtro localizado debajo de la malla del filtro por daños o compresión. Cambiar, si es necesario, antes del próximo periodo de muestreo.
- j. Remover la cubierta de encima del portafiltro (si la tiene) y centrar el portafiltros sobre la malla del muestreador. Apretar los cuatro tornillos.
- k. Las tuercas deben ser apretadas diagonalmente en esquinas opuestas simultáneamente para asegurar una compresión del empaque igual.
- l. Abrir la puerta del soporte y la puerta de la grabadora de flujo
- m. Instalar la cartilla de flujo grabada levantando brazo del lápiz y poniendo la carta en el centro del hueco sobre el dispositivo de la grabadora. Bajar el brazo del lápiz. Si el swiche master ON/OFF controla el temporizador del muestreador, y los datos tienen que

reportarse a la US-EPA fijar la cartilla a las 12 P.M. rotando en dirección de las manijas del reloj el dispositivo avanza la carta, hasta que la hora deseada para comenzar el muestreo esté debajo del indicador sobre la parte derecha de debajo de la grabadora.

- n. Esté seguro que la grabadora de flujo esté conectada al enjaulamiento del motor perilla de presión y que esté propiamente en cero (el lapicero descansa sobre la parte más interna del círculo de la cartilla). Ajustar a cero rotando el pequeño tornillo de ajuste localizado en la parte baja derecha de la grabadora.
- o. Energizar el muestreador. Asegurar que el lápiz de la grabadora está marcando e indicando que el muestreador esté operando en su punto de fijación correcta.
- p. Apagar el muestreador y cerrar la grabadora y la puerta del soporte.
- q. Bajar el cabezal del muestreador y conectar las seis agarraderas.

2.1.11. ESTUDIOS REALIZADOS

2.1.11.1. Estudio de Calidad de Aire y Ruido en el Distrito de Callería, Manantay y Yarinacocha realizado por el Gobierno Regional de Ucayali. 2010

Este estudio fue realizado por el Gobierno Regional de Ucayali, los puntos de monitoreo y los promedios de las concentraciones de PM10 en el distrito de Manantay fueron los siguientes:

- Av. Bellavista (Plaza de Armas San Fernando) con concentración de $239.32\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Carretera Manantay km 2.500 (frente a Ex Papelera) con concentración de $187.83\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.1.11.2. Monitoreo de Calidad del Aire en la ciudad de Pucallpa - Marzo del 2010

Este estudio fue realizado por la Dirección General de Salud, en donde se tomó como referencia al punto de monitoreo al CLAS 07 de Junio ubicada en el Jr. Los Tulipanes Mz. "S" Lt. 27 AA.HH. 07 de junio (distrito de Manantay), donde se obtuvo como resultado $53.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM10.

2.1.11.3.Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición

Según Muñoz *et al* (2007) examinaron varios grupos de personas de los municipios del Valle de Aburra y los municipios de Rio Negro, La Ceja, el Retiro y el corregimiento de Santa Elena, .en un solo punto en el tiempo en cuanto a las variables de interés: contaminación atmosférica y situación de salud.

La población en estudio estuvo constituida por los trabajadores de almacenes, tiendas y talleres de mecánica y otros oficios ubicados en los municipios; cuyos resultados reportan los efectos más significativos como ardor de ojos, estornudos, dolor de cabeza y tos. También se reportaron síntomas de agotamiento, irritación, rabia y desespero.

La percepción de contaminación fueron los objetos y plantas empolvadas, aire contaminado, ropa sucia y vidrios opacos.

2.1.11.4.Percepción de Riesgo sobre la Calidad del Aire en el AMG

Según el Colectivo Ecologista de Jalisco A.C (2012), en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlajomulco, Tlaquepaque, Tonála y el Salto; los efectos más significativos de la contaminación de aire por partículas fueron ardor de ojos y dolor de cabeza. Las personas encuestadas consideran que el grado de contaminación del aire es alta, que su estado de salud es bueno y regular y que toda la población es la más afectada por la contaminación.

CAPITULO III

3.1. METODOLOGIA

3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación correspondió al tipo descriptivo - no experimental, teniendo en cuenta que esta investigación evalúa con un muestreador de alto volumen que se somete a un análisis de separación inercial/filtración gravimétrico para la determinación de la concentración de PM10. También se hizo recolección de datos a base de encuestas que son analizadas mediante un análisis estadístico – descriptivo.

3.1.1.1. METODOLOGIA PARA EL PRIMER OBJETIVO

“Determinar la calidad del aire por material particulado”

Se ha seguido la metodología del “Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos”, establecida por DIRESA (2005) y el Manual de Operación del Muestreador Alto Volumen (Hivol PM10), en la cual se determinó la concentración de partículas en cada punto monitoreado.

3.1.1.2. METODOLOGIA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO

“Determinar los efectos en la salud a causa del material particulado PM10”

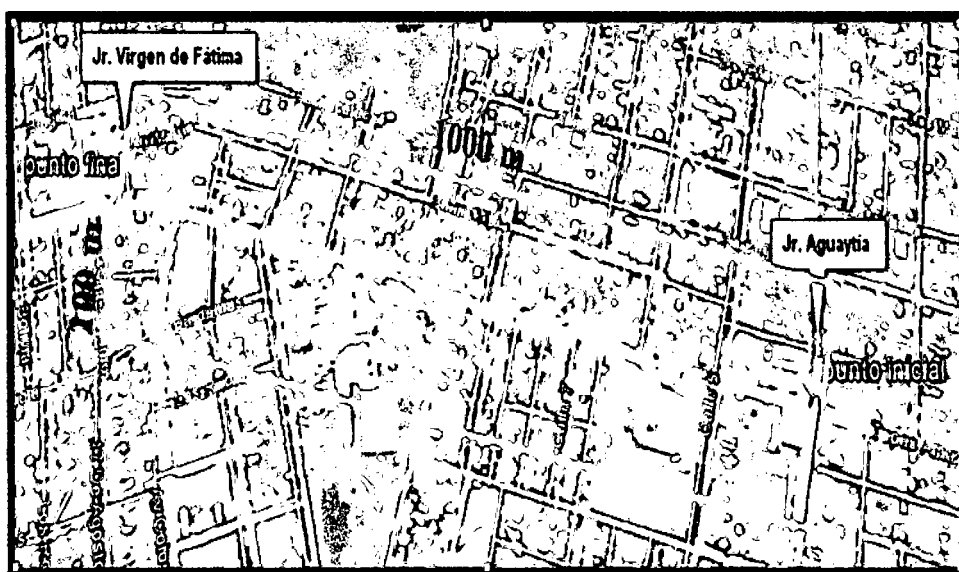
Se ha tomado como referencia las metodologías de Muñoz *et al* (2006) y el Colectivo Ecologista de Jalisco A.C (2012), que consiste en un análisis estadístico de datos, la cual ha sido adaptada para la elaboración de la encuesta técnica para recolectar información cuantificable a partir de una muestra de personas, para determinar la percepción de las personas a causa del material particulado en la salud.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

a. Concentración de Partículas

El proyecto se realizó en el Distrito de Manantay, específicamente en la Av. Túpac Amaru, desde el Jr. Aguaytía hasta el Jr. Virgen de Fátima con una distancia es de 1000 metros de longitud por 200 metros de ancho (el radio de evaluación del muestreador Hi-Vol es de 100 metros). Aplicando la fórmula del área del rectángulo (Longitud x Ancho) se obtiene un área total de 200,000 metros cuadrados, equivalentes a 20 hectáreas que es la población.



Fuente: Google Earth

Figura 2 Área de influencia a evaluar

b. Aplicación de encuestas

Se ha considerado el total de la población que se encuentra dentro del área de influencia que se muestra en la figura 2, según el conteo de viviendas se obtuvo que hay 330 familias con 1650 personas aproximadamente, involucradas en el área de influencia de la investigación. Para determinar el número de viviendas se ha utilizado el programa AUTOCAD, Versión 2015.

3.2.2. MUESTRA

a. Determinación de Concentración de Partículas

La muestra se determinó por puntos de muestreo (se tomó 3 puntos) utilizando la fórmula del área del círculo la cual se trabajó con una muestra de tamaño 94, 200 metros cuadrados. Este criterio ha sido aplicado debido a que el ámbito de influencia del equipo HIVOL, indica su efectividad hasta los 100 metros de radio.

Ejemplo:

$$A = \pi r^2 ; A = 3.1416 \times 100^2 = 31,400 \text{ m}^2/\text{punto de muestreo.}$$

$$\text{Total 3 puntos de muestreo} = \text{Área total}$$

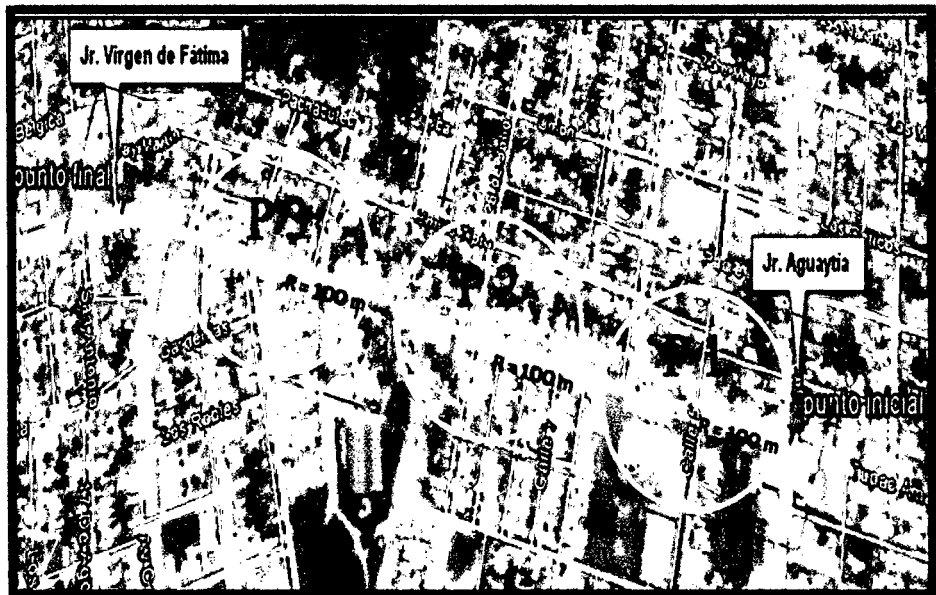


Figura 3. Puntos de muestreos

b. Aplicación de encuestas

Se ha tomado como muestra a 311 personas del área de influencia, muestra que ha sido determinada utilizando la fórmula estadística siguiente: (figura2).

Formula de tamaño de muestra:

$$n = \frac{Z^2 (p * q) N}{E^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n	=	Muestra	
N	=	Familias	1 650
Z	=	Porcentaje de confianza 95 %	1,96
p	=	Variabilidad positiva	0,5
q	=	Variabilidad negativa	0,5
E	=	Porcentaje de error de 5 %	0,05

3.2.2.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se desarrolló en la Av. Túpac Amaru, desde el Jr. Aguaytía al Jr. Virgen de Fátima, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo. En ella se determinó los puntos a monitorear, mediante un recorrido por el tramo teniendo en cuenta la ubicación de lugares públicos (establecimientos de salud, instituciones educativas, municipio, etc) de mayor concentración de personas, y también se tuvo en cuenta cubrir la mayor parte del tramo, es por ello la distribución de los 3 puntos en distancias iguales. En base a ello se ubicó los siguientes puntos monitoreados, que son los siguientes:

Tabla 8 Coordenadas de los puntos monitoreados

Puntos	Ubicación	Este	Norte	Altura (msnm)
01	Av. Túpac Amaru entre Jr. Daniel Alcides Carrión	550426	9071451	159
02	Av. Túpac Amaru entre Jr. 28 de Julio	550119	9071524	157
03	Av. Túpac Amaru entre Jr. Virgen de Tabalozos	549861	9071576	156



Figura 4. Mapa de ubicación de puntos de monitoreo

3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS

Para ubicar el punto de muestreo se hizo un recorrido de la zona teniendo como referencia la ubicación de lugares públicos (establecimientos de salud, Instituciones Educativas, municipio, maestranza) de mayor concentración de personas, considerando también la dirección de viento predominante en la zona (norte - sur), tanto a Barlovento y Sotavento, y las principales fuentes sospechosas de contaminantes de la ciudad, tanto naturales como antrópicas.

Para la determinación de las concentraciones de partículas, se ha tomado como referencia la metodología de evaluación de muestras del estudio del protocolo de monitoreo y el Manual del Hivol para lo cual se:

- Se georeferenció los 3 puntos de muestreos.
- Se consideró un radio de 100 metros alrededor del punto de muestreo.
- Antes de empezar cada monitoreo se calculó el peso seco de los filtros de cuarzo en el laboratorio. Para ello se utilizó una estufa a una temperatura de 105°C por un tiempo de 24 horas para el secado del filtro; luego se pesó en la balanza analítica para conocer los pesos iniciales. Una vez pesado se transportó los filtros protegidos (de la humedad y partículas) dentro de bolsas impermeables herméticas al punto donde se realizó el muestreo.
- Se realizó 3 muestras (repeticiones) para el mismo punto para una mayor confiabilidad (cabe resaltar que el protocolo deja a criterio la frecuencia y muestras de monitoreos).
- Se instaló el equipo HIVOL PM10 de acuerdo a barlovento y sotavento; es decir, de dónde proviene y hacia dónde se dirige el viento.
- Luego se empezó a limpiar tanto interno como externo el equipo HIVOL con un soplete, se ubicó la cuña sobre una superficie plana y se roció una capa gruesa de silicona DOW CORNING N° 316, extrajo la silicona por las se colocó el filtro de cuarzo dentro del equipo y se aseguró, se colocaron las cartillas para el flujo de energía; se prendió el equipo para programar la hora, fecha y tiempo (24 horas) de monitoreo.
- Una vez que el equipo se puso a operar, se empezó a cerrar el área de trabajo para ello se utilizaron estacas para delimitar el área de trabajo, cinta de seguridad para cerrar el área de trabajo y evitar que personas inescrupulosas o animales ingresen al área de trabajo del equipo.

- Durante el periodo de cada monitoreo se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 9. Registro de Parámetros de Campo

DATOS	UNIDADES
Presión de Flujo del equipo	Pulgadas de agua (IN H ₂ O)
Presión barométrica	Milibar
Presión barométrica	mm Hg
Temperatura ambiente	°C
Tiempo	Horas

- Después del termino de cada monitoreo, se retiró cuidadosamente el filtro con la muestra del HIVOL y se lo colocó en una bolsa impermeable hermética para luego ser transportado hacia el laboratorio.
- Estando en el laboratorio, el filtro con la muestra se volvió a secar en la estufa a una temperatura de 105 °C por un tiempo de 24 horas. Después de las 24 horas de secado se procedió a pesar en la balanza analítica el filtro con la muestra.
- Luego por diferencia de peso se calculó el peso de la muestra tal como se observa en la siguiente formula:

$$M = \text{PSFM} - \text{PSF}$$

Donde:

M : Muestra (Material particulado (gramos))

PSFM : (Peso seco filtro con muestra después del monitoreo) (gramos)

PSF : Peso seco filtro antes del monitoreo (gramos)

Tabla 10 Registro de Parámetros del laboratorio

DATOS	UNIDADES
Peso seco filtro (PSF)	Gramos (g)
Peso seco filtro con muestra (PSFM)	Gramos (g)
Muestra (M)	Gramos (g)
Muestra (M)	Microgramos (µg)

- Finalmente se desarrolló el trabajo en gabinete, lo cual a continuación se detallan los pasos que se siguió para determinar la concentración de material particulado (PM₁₀) en µg/m³ del punto muestreado:

Paso 01: Conversión de la Presión diferencial del filtro (Pf) que está en unidades de pulgada de agua a mmHg

$$Pf = (Pf) \times \left(\frac{1 \text{ IN H}_2\text{O}}{13.61 \text{ IN H}_2\text{O}} \right) \times \frac{25.4 \text{ mm Hg}}{1 \text{ IN H}_2\text{O}}$$

Donde:

- Pf : Presión de Flujo (mm Hg)
- Pf : Presión de flujo (Pulgada de agua)

Paso 02: Se calculó la relación de presión

$$Po/Pa = \left[1 - \frac{Pf}{Pa} \right]$$

Donde:

- Pf : Presión de Flujo (mm Hg)
- Pa : Presión barométrica o atmosférica durante periodo de muestreo (mm Hg)
- Po/Pa : Relación de Presiones

Pasó 03: Se determinó la rata de flujo actual (Qa) con la **tabla 11** de cálculo teniendo las siguientes variables:

- Temperatura ambiente (°C)
- Po/Pa (adimensional)

Tabla 11. Cálculo para Rata de Flujo Actual en m3/min

Po/Pa	TEMPERATURA (°C)				
	26	28	30	32	34
0.950	1.121	1.124	1.126	1.129	1.131
0.952	1.125	1.127	1.130	1.133	1.135
0.954	1.128	1.131	1.134	1.136	1.139
0.956	1.132	1.135	1.138	1.140	1.143
0.958	1.135	1.138	1.141	1.144	1.147
0.960	1.139	1.142	1.145	1.148	1.150

Fuente: Manual de Operación HIVOL (PM10) Thermo Fisher Scientific, Inc

De los cuales por interpolación o extrapolación, se determinó la lectura de la rata de flujo actual (Qa).

Donde:

- Qa: Rata de Flujo (m3/min)

Paso 04: Se determinó la rata de flujo en términos de aire standard.

$$Q_{std} = Q_a \times \left(\frac{P_a}{760 \text{ mm Hg}} \right) \times \left[\frac{298^\circ\text{K}}{273 + T_a} \right]$$

Donde:

- P_a : Presión barométrica (mm Hg)
- T_a : Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$)
- Q_a : Rata de flujo (m^3/min)
- Q_{std} : Rata de flujo en términos de aire estándar (m^3/min)

Paso 05: Se determinó el volumen estándar

$$V_{STD} = Q_{std} \times T$$

Donde:

- V_{STD} : volumen estándar (m^3)
- Q_{std} : Rata de flujo en términos de aire standard (m^3/min)
- T : Tiempo de monitoreo (min)

Paso 06: Finalmente se determinó la concentración del material particulado (PM_{10})

$$\text{PM}_{10} = \frac{M}{V_{STD}}$$

Donde:

- M : Muestra (μg)
- V_{STD} : Volumen estándar (m^3)
- PM_{10} : Concentración de material particulado menores a 10 micras ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.3.2. RECOLECCIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE LAS ENCUESTAS

Se realizó las encuestas en cada casa de las personas que viven en el área de influencia del proyecto, los días de monitoreo, las preguntas de la encuesta se muestran en el Anexo 2.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.4.1. TÉCNICAS

3.4.1.1. Análisis de separación inercial/filtración gravimétrico

Esta es una técnica que tiene como fundamento la determinación de los constituyentes de una muestra o categorías de materiales por la medida de sus pesos. . En este caso se utilizó filtros de cuarzo (para las muestras) en el equipo HIVOL, que fueron pesados, antes y después de cada monitoreo en una balanza analítica, y por diferencia de pesos se determinó el nivel de material particulado en el tramo.

3.4.1.2. Estadística

La técnica utilizada en la investigación fue el de diagnóstico mediante las encuestas para conocer el efecto que causan las partículas en la salud de la población del tramo.

3.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.2.1. Materiales

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| - Libreta de apuntes | - Base de datos meteorológicos. |
| - Bolsas Ziploc | - Filtros de cuarzo |
| - Silicona Dow # 316 | - Guantes quirúrgicos. |
| - Termómetro | - Bolígrafos y lápices |
| - Cartilla de flujo | - Encuestas |

3.4.2.2. Equipos

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| - Hivol PM10 | - Estufa |
| - Laptop | - Cámara Digital |
| - GPS | - Balanza analítica |
| - Barómetro | - Estabilizador y extensión |
| - Furgoneta | |

3.4.2.3. Herramientas

- Desarmador estrella y llave americana
- Columna de Seguridad

CAPITULO IV

4.1. RESULTADO Y DISCUSION

4.1.1.CONCENTRACIÓN DE PM10 EN LA AV. TÚPAC AMARU

4.1.1.1. Punto 01 Av. Túpac Amaru/Jr. Daniel Alcides Carrión

a. Concentración de Material Particulado Punto 01

Tabla 12 Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 01

MUESTREO DE CAMPO							ANÁLISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
Fecha	Nº de muestra	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo Medido (min)	Flujo de Aire Estándar (m3/min)	Volumen (m3)	Peso Medido (mg)	Concentración (ug/m3) 25°C y 1 atm de presión
25-08-14 al 26-08-14	01	3:30 PM	3:30 PM	1440	1,68	1633,11	0,4805	294,22
09-09-14 al 10-09-14	02	12:00 m	12:00 m	1440	1,69	1641,71	1,3053	795,08
21-09-14 al 22-09-14	03	2:00 PM	2:00 PM	1440	1,66	1627,19	1,2982	797,82

El punto 01 se encuentran cerca a lugares concurridos por la población como: la Municipalidad de Manantay, el Coliseo Cerrado, La Piscina Olímpica.

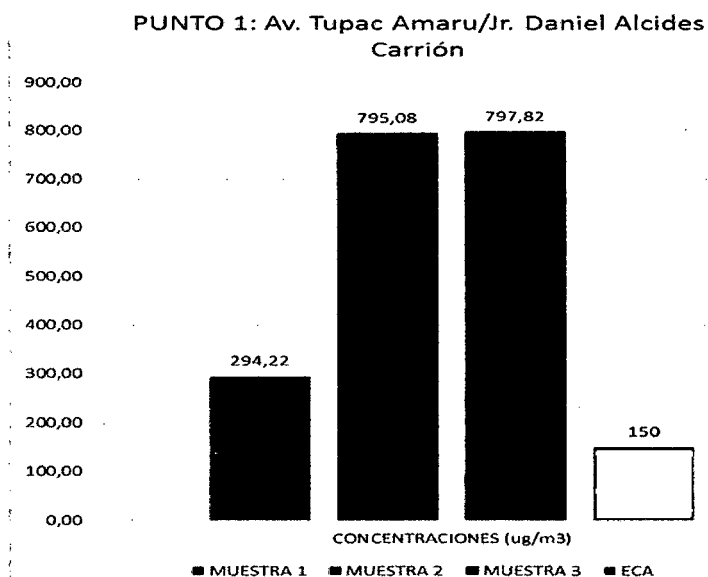


Figura 5. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 01

En la figura 5 se observa que en la muestra 1 la concentración de material particulado (PM10) fue de $294.22\mu\text{g}/\text{m}^3$, esta debido al registro de precipitación a las 12 horas de haberse instalado (3:30 AM) con una duración de 4 horas aproximadamente (7:45 AM), y luego registrando brillo solar a 4 horas aproximadamente (12:00 M); siendo la condiciones climáticas un factor importante en la dispersión de material particulado. La temperatura promedio fue de 28.1°C y hubo transitabilidad de 6304 vehículos durante las 24 horas.

La muestra 2 y muestra 3 registran concentraciones de PM10 de $795.08\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $797.82\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, siendo las más altas concentraciones de PM10 en este punto. Las temperaturas promedios fueron de 27.8°C y 27.2°C respectivamente y hubo transitabilidad de 6508 y 6170 vehículos respectivamente durante las 24 horas.

Otros factores que generan partículas son las vías no pavimentadas, las 18 industrias forestales, las 7 carboneras, quema de residuos y las cocinas a leña.

b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 1

El estudio realizado por el Gobierno Regional de Ucayali 2010, en la Av. Bellavista (Plaza de armas de San Fernando) tiene como resultado un promedio de PM10 de $239.321\mu\text{g}/\text{m}^3$; estos resultados son 2.6 veces menor que los resultados obtenidos por este proyecto, esto se debe a que vía es pavimentada y las temperaturas fueron menores (25°C , 26.1°C y 27.7°C), en cambio la vía del punto evaluado no es pavimentada y las temperaturas son mayores (28.1°C , 27.87°C y 27.2°C). Los dos puntos tienen características similares que son la alta transitabilidad de vehículos la Av. Bellavista (5992) y la Av. Túpac Amaru (6327), están cerca a industrias forestales, carboneras y hay quema de residuos por los vecinos.

4.1.1.2. Punto 02 Av. Túpac Amaru/Jr. 28 de Julio

a. Concentración de Material Particulado Punto 02

Tabla 13 Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 02

MUESTREO DE CAMPO							ANALISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
Fecha	Nº de muestra	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo Medido (min)	Flujo de Aire Estándar (m3/min)	Volumen (m3)	Peso Medido (mg)	Concentración (ug/m3) 25°C y 1 atm de presion
27-08-14 al 28-08-14	01	4:30 PM	4:30 PM	1440	1,134	1601,69	0,8982	560,78
11-09-14 al 12-09-14	02	1:30 PM	1:30 PM	1440	1,137	1599,14	1,4035	877,66
23-09-14 al 24-09-14	03	3:00 PM	3:00 PM	1440	1,14	1605,02	0,8629	537,62

En el punto 2, la Av. Túpac Amaru está en intersección con el Jr. 28 de Julio, que también es una muy concurrida a diferencia de las otras vías de intersección.

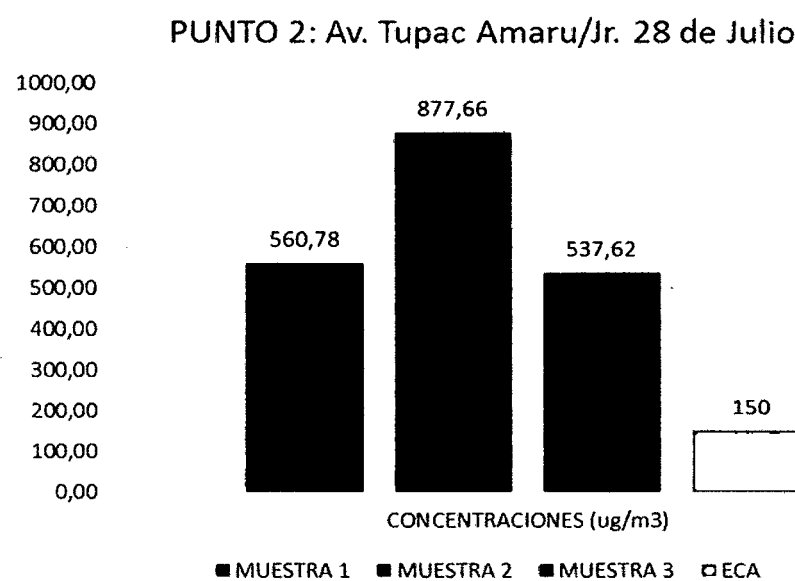


Figura 6. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 02

En la **figura 6** se observa que en la muestra 1 y muestra 3 las concentración de PM10 fueron similares con $560.78\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $537.62\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. La muestra 1 registró nubosidad de 2horas (9:30am a 11:30am), registrando después brillo solar, la temperatura promedio fue de 25.2°C y hubo transitabilidad de 6500 vehículos.

En la muestra 3 también se registraron nubosidad de 2.5 horas (de 1:00pm a 3.30pm), para luego seguir registrando brillo solar, la temperatura promedio fue de 28.5°C y hubo transitabilidad de 6189 vehículos.

En la muestra 2 la concentración de PM10 fue de 877.66µg/m³, siendo la más alta concentración de PM10 en este punto, debido al registro de brillo solar fue intenso, la temperatura promedio de 28.7°C y siendo un factor influyente también la transitabilidad de 6810 vehículos.

Otros factores que generan partículas son las vías no pavimentadas, 18 industrias forestales, carboneras, quema de residuos y las cocinas a leña.

Anexo 3: Conteo de Trafico

b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 2

El estudio realizado por el Gobierno Regional de Ucayali 2010 en la Carretera Manantay Km 2,500 (frente a la Ex Papelera) tiene como resultado un promedio de PM10 de 187.826µg/m³; estos resultados son 3.5 veces menor que los resultados obtenidos por este proyecto, dado que en esta vía hay menor transitabilidad (3945 vehículos aprox.) que en la Av. Túpac Amaru, puesto que , que en el día de monitoreo registro menores temperaturas (25°C, 24.1°C y 26.7°C); en cambio la vía del punto evaluado tiene mayor transitabilidad (6500 vehículos aprox.) por ser una vía principal y el día de monitoreo registro temperaturas mayores (27°C, 28.7°C y 28.5°C). Aunque los 2 puntos de muestreos comparados tienen características similares que las vías no están pavimentadas, están cerca a industrias forestales, carboneras y la quema de residuos por los vecinos.

4.1.1.3. Punto 03 Av. Túpac Amaru/Jr. Virgen de Tabalozos

a. Concentraciones de Material Particulado en el Punto 03

Tabla 14 Concentraciones de PM10 en las 3 muestras del Punto 03

MUESTREO DE CAMPO							ANÁLISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
Fecha	Nº de muestra	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo Medido (min)	Flujo de Aire Estándar (m3/min)	Volumen (m3)	Peso Medido (mg)	Concentración (ug/m3) 25°C y 1 atm de presión
29-08-14 al	01	7:15 PM	7:15 PM	1440	1,146	1608,435	1,4323	890,49
13-09-14 al 14-09-14	02	3:20 PM	3:20 PM	1440	1,141	1609,302	1,3848	860,50
25-09-14 al 26-09-14	03	4:00 PM	4:00 PM	1440	1,141	1605,887	1,3815	860,27

El punto 3 se encuentra a 20 metros de la puerta principal de Maestranza de la Municipalidad distrital de Manantay y a 50 metros del Centro de Atención Primaria Manantay “Red EsSalud”.

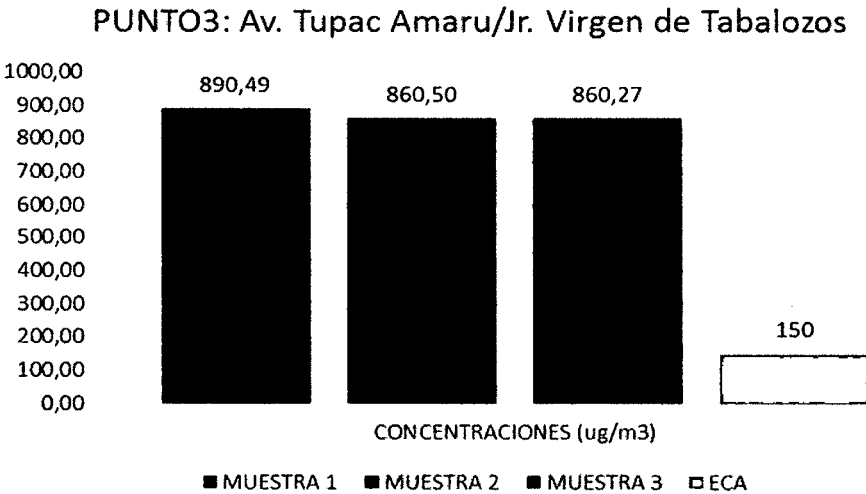


Figura 7. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 03

En la figura 7 se observa que las muestras 1, 2 y 3, registran concentraciones de PM10 muy elevadas de 890.49µg/m³, 860.50µg/m³ y 860.27µg/m³ respectivamente, siendo estas concentraciones las más altas registradas en la Av. Túpac Amaru ya que no se registraron precipitaciones ni nubosidad.

En la muestra 1 la temperatura promedio fue de 27.3°C y hubo transitabilidad de 6800 vehículos, en la muestra 2 la temperatura promedio fue de 27.8°C y hubo transitabilidad de 7200 vehículos, y en la muestra 3 la temperatura promedio fue de 29.1°C y hubo transitabilidad de 7117 vehículos.

b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 03

En el estudio realizado por el Gobierno Regional de Ucayali 2010 en el CLAS 7 de Junio ubicado en el Jr. Los Tulipanes Mz.“S” Lt.27, AA.HH. 07 de Junio tiene como resultado un promedio de PM10 de $53.5\mu\text{g}/\text{m}^3$; estos resultados son aproximadamente 16 veces menor que los resultados obtenidos por este proyecto, esto se debe a la ubicación del equipo (Hi-Vol), la cual se encontraba en el segundo piso a unos 8 metros aproximadamente de altura (CLAS), sin embargo el equipo estaba a 1.5 metros del nivel del suelo, siendo esta comparación un factor considerable en los resultados. Sin embargo tienen características similares como por ejemplo los puntos monitoreados se encuentran en vías no pavimentadas y muy concurridas por la población, además están a 350 metros de distancia la una a la otra.

4.1.1.4. Análisis de concentraciones de PM10 en la Av. Túpac Amaru

De acuerdo al Reglamento de Estándares Nacional de Calidad Ambiental del aire el promedio de concentración de PM10 durante 24 horas es de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo 4.7 veces aproximadamente menor que los resultados determinados por el proyecto, encontrándose en un nivel de alerta, puesto que la declaración de los estados de alerta del reglamento tiene por objeto activar en forma inmediata un conjunto de medidas destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire que pudieran generar daños a la salud humana.

Por otro lado según el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire define que nuestros resultados están en un estado de **emergencia** por ser mayor de $420\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de 24 horas, encontrándose en alto riesgo de afectar seriamente la salud de la población. Las medidas de contingencia son: restricción vehicular, población en sus casas con puertas y ventanas cerradas, suspensión de actividades físicas al aire libre y suspensión de actividades educativas.

Asimismo, el Índice de la Calidad del Aire cuenta con categorías, y la categoría que corresponde es **peligroso** simbolizado por el color granate. Esto daría lugar a una advertencia de salud de condiciones de emergencia. Toda la población tiene más probabilidades de ser afectados.

4.1.2. ENCUESTAS

a. Percepción sobre los daños a la salud a causa de la contaminación del aire



Figura 12. Percepción sobre los daños a la salud a causa de la contaminación del aire

En la figura 12 muestra que la población conoce los daños en la salud que causa la contaminación del aire por material particulado, es por ello que de 311 personas encuestadas, 298 personas respondieron que "SI", y 13 personas dijeron que "NO" conocían los daños.

b. Grado de Contaminación del aire según su percepción

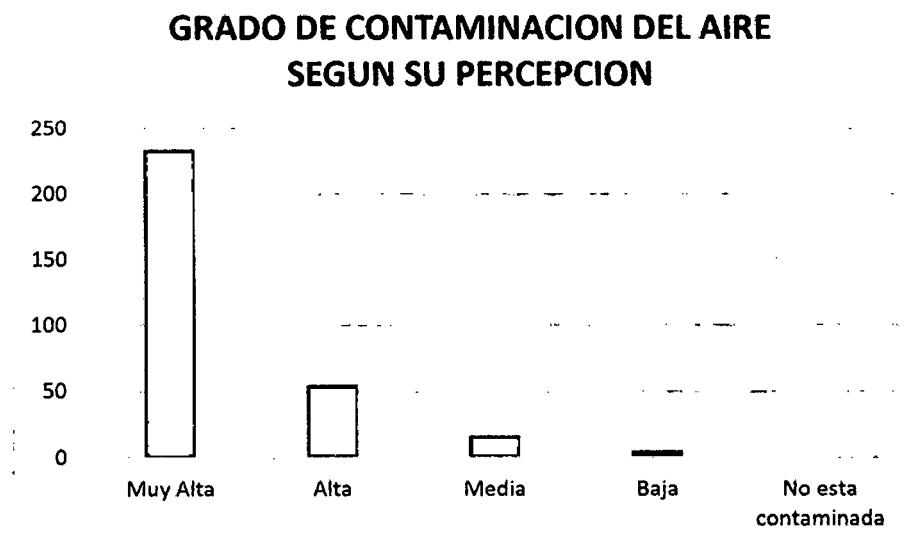


Figura 131. Grado de Contaminación del aire según su percepción
En la Av. Túpac Amaru, se obtuvo una concentración promedio de PM10 de $719\mu\text{g}/\text{m}^3$, es por ello que la mayoría de población encuestada (234) considera que la contaminación del aire es muy alta.

c. Estado de Salud

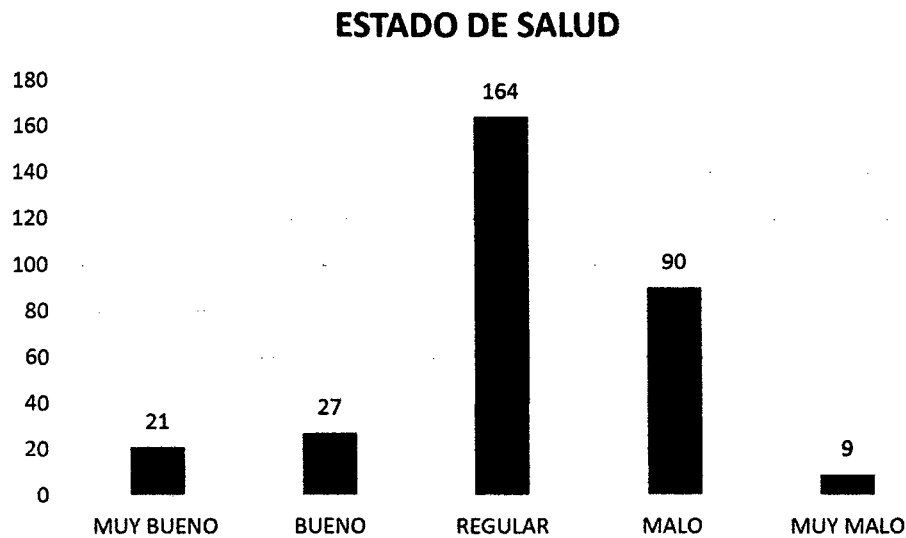


Figura 14. Estado de Salud

La mayoría de las personas del lugar consideran tener una salud regular (164) y 90 consideran tener una salud mala por lo que cada día están expuestos al polvo por realizar sus actividades diarias (ir al trabajo, al centro de estudio, hacer las compras, salir a jugar en las tardes, etc)

d. Problemas de Salud a causa de la contaminación del aire

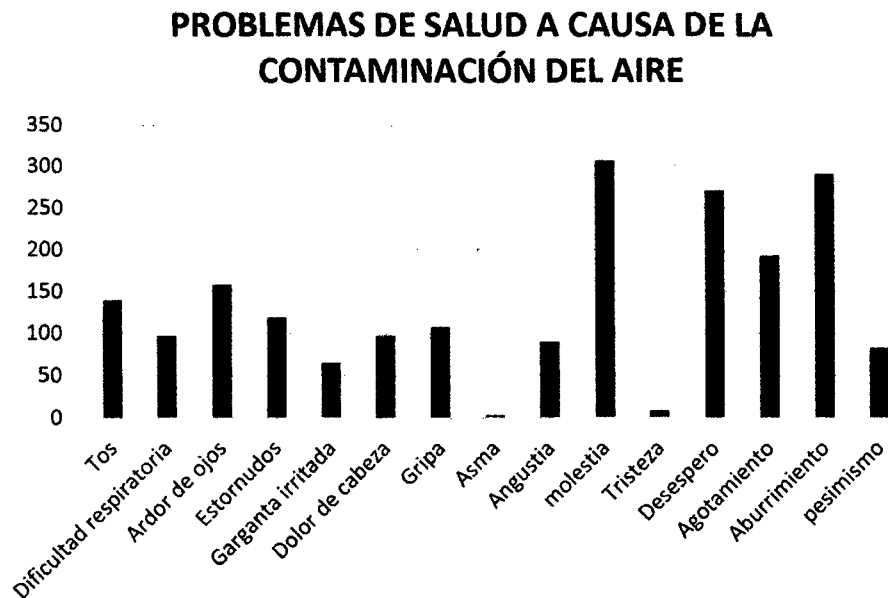


Figura 15. Problemas de Salud a causa de la contaminación del aire

De acuerdo a la percepción de las personas, señalan que sienten molestia, aburrimiento y desespero porque no pueden mantener limpio sus casas, negocios y ropa; y porque no pueden estar en sus veredas sin respirar las partículas.

También sienten agotamiento y ardor de ojos, por la presencia de partículas a diario. Cabe resaltar que la tos, dificultad respiratoria, estornudos, garganta irritada, dolor de cabeza, gripa, angustia y pesimismo son los síntomas que sufren pero no de forma constante como los síntomas ya mencionados.

e. Las personas más afectadas por la contaminación del aire



Figura 16. Las personas más afectadas por la contaminación del aire

Según sus percepciones, las personas más afectadas por la contaminación del aire son toda la población (104), mientras que otras opinan que son los niños (96), porque se ven expuestos diariamente al polvo.

f. La percepción de la contaminación del aire

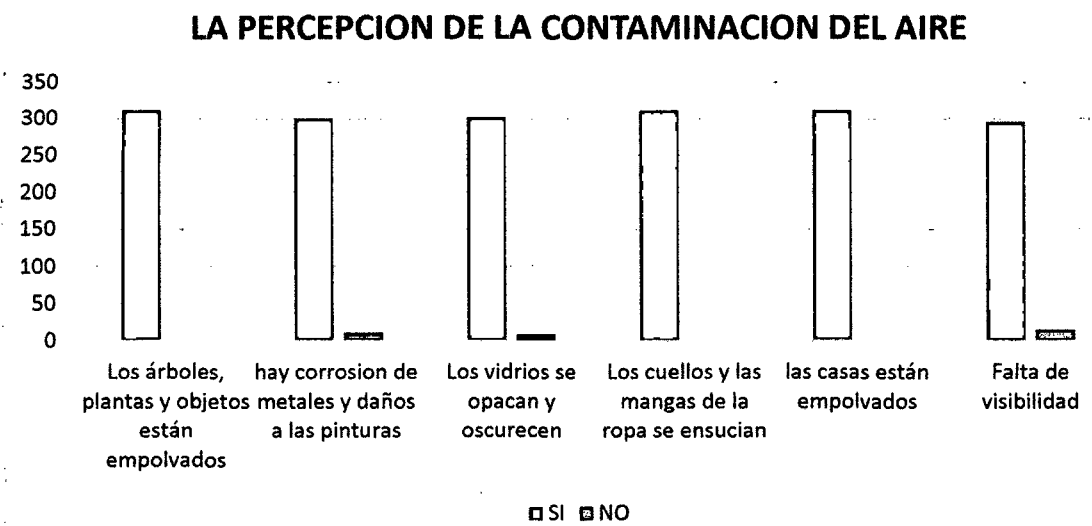


Figura 17. La percepción de la contaminación del aire

Las personas perciben a diario que el aire está contaminado, porque sus objetos siempre están empolvados, las pinturas de sus casas y los metales de las ventanas están deterioras, siempre se ensucian sus vestimentas al salir de sus casas y sobre todo la visibilidad está afectada por la cantidad de polvo que hay en el aire.

g. Fuentes de contaminación del aire

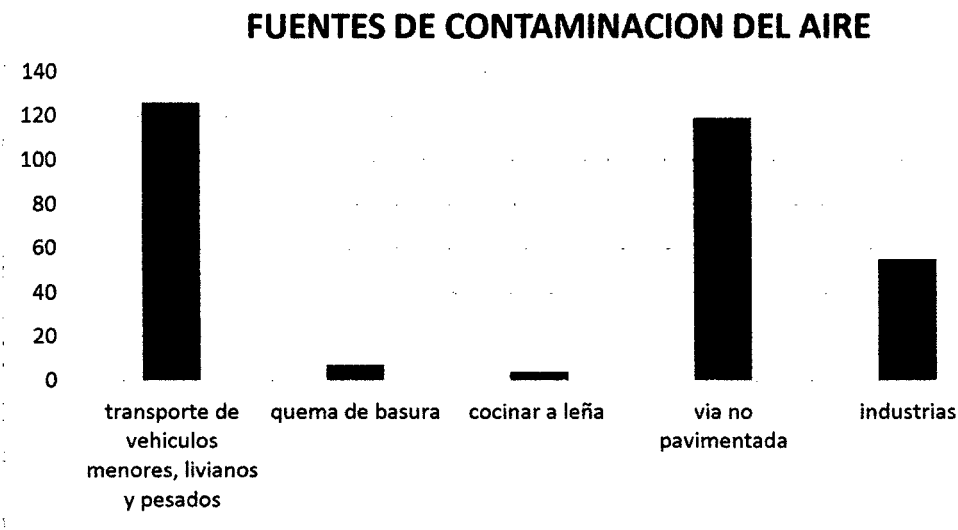


Figura 18. Fuentes de contaminación del aire

Las fuentes principales de contaminación son los vehículos que transitan a diario de forma constante, y la vía no pavimentada, la cual ocasionan el levantamiento de las partículas. Otra fuente de contaminación que existe son las industrias que hay en la zona como los aserraderos, triplayeras, carboneros y pollerías.

4.1.2.1. Análisis de las Encuestas

Según la OMS (2005), el promedio más restrictivo de las Guías de Calidad Ambiental (GCA) de 24 horas para PM10 es de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, en cambio nuestro resultado es $719.38\mu\text{g}/\text{m}^3$ siendo 14 veces más. Por consiguiente, cabe suponer que existe mortalidad de alrededor del 5% efecto que sería motivo de gran preocupación y para el cual se recomendarían medidas correctoras inmediatas. Cabe resaltar que la causa principal de morbilidad del Puesto de Salud Fraternidad es por enfermedades del sistema respiratorio (Anexo 5).

Por otro lado el Colectivo Ecologista de Jalisco A.C (2012) en México, a través de las encuestas que hicieron, señalan que la contaminación del aire causa principalmente ardor de ojos y dolor de cabeza.

Y señalan que toda la población es la más afectada. En cambio nuestros resultados muestran que la población siente agotamiento y ardor de ojos, por la presencia de partículas a diario. Cabe resaltar que la tos, dificultad respiratoria, estornudos, garganta irritada, dolor de cabeza, gripa, angustia y pesimismo son los síntomas que sufren no de diario como los demás problemas pero si constante; además señalan en su mayoría que los más afectados son toda la población aunque hay otra gran parte de los encuestados piensan que son los niños.

Igualmente el estudio realizado por Muñoz *et al* 2006 en Colombia, a través de sus encuestas sobre contaminación de aire y situación de salud, se obtuvo como resultados los síntomas de ardor de ojos, estornudos, dolor de cabeza y tos; también reportan síntomas de agotamiento, irritación, rabia y desespero, siendo estos síntomas similares a los nuestros como antes ya se mencionó.

La percepción de contaminación por Muñoz, fueron los objetos y plantas empolvadas, aire contaminado, ropa sucia y vidrios opacos. De la misma manera se refleja en nuestros resultados, además de la falta de visibilidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. La mayor concentración de material particulado (PM10) se encuentra en el Punto3, con 890.49 ug/m^3 , 860.50 ug/m^3 , y 860.27 ug/m^3 . Encontrándose en un nivel de alerta de **“emergencia”**

2. La percepción de las personas que viven en la zona señalan que el aire está contaminado, los problemas de salud con frecuencia son las molestias, desespero y el aburrimiento, sin dejar de lado que también tienen agotamiento y ardor de ojos y los más afectados es toda la población y algunos consideran que son solo los niños.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

1. En lo posible realizar los monitoreos al mismo tiempo en los tres puntos.
2. Que las autoridades se preocupen en pavimentar las calles o regar constantemente para minimizar la dispersión de partículas.
3. Realizar mediciones más frecuentes de PM10, en diferentes épocas del año y así tomar medidas que mitiguen en impacto ambiental negativo en la zona.
4. Realizar más investigaciones que permitan identificar el riesgo a la salud mediante exámenes médicos.
5. Realizar nuevas evaluaciones con la vía pavimentada.
6. Realizar el análisis químico de las muestras
7. Sensibilizar a la población que está expuesta a la contaminación para minimizar los daños a la salud.
8. Motivar a la población expuesta a que rieguen sus calles, que no quemen basuras y que no deforesten.
9. Reforestar en sus patios

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AirNow 2015. Air Quality Now - Pollution Basic. En línea:
<http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi>
2. ATSDR (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades) 2012. Contaminación atmosférica por material particulado. En línea:
<http://atsdr.cdc.gov>
3. Cepsa Perú. 2012. Clima en el Distrito de Manantay.
4. Colectivo Ecologista de Jalisco A.C, Club de Mamas y Question. 2012. Encuesta de Percepción de Riesgo sobre la Calidad del Aire en el AMG.
5. Compendio de la Legislación Ambiental Peruana, Volumen V, Calidad Ambiental (MINAM, Actualizado al 31 de mayo de 2010).
6. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2005. Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos.
7. EPA. 2014. Efectos del material particulado. En línea: <http://www.epa.gov/>
8. EPA. Índice de la Calidad del Aire. En línea: www.airnow.gov
9. GOREU- Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. 2010. Estudio de la Calidad de Aire y Ruido en los Distritos de Callería, Manantay y Yarinacocha.
10. Kirill Ya Kondratyev, Lev S. Ivlev, Vladimir F. Krapivin and Costas A. Varotsos. 2006, Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry. Editorial Springer Praxis Book in Environmental Sciences Subject, Russia.
11. Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, 2005.
12. Manual de Operación. Muestreador de Alto Volumen Termo Fisher Scientific, Inc.
13. Ministerio de Salud – Dirección General de Salud. 2010. Monitoreo de Calidad del Aire en la Ciudad de Pucallpa Marzo del 2010.
14. Muñoz et al. 2007. Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud en Adultos que Laboran a Diferentes Niveles de Exposición.
15. OMS. 2005. Guías de Calidad del Aire de la OMS Relativas al Material Particulado, el Ozono, el Dióxido de Nitrógeno y el Dióxido de Azufre.

16. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
D.S.074-2001-PCM.
17. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire.
D.SN°009-2003-SA
18. Silva Vicente, 2010. Contaminación del Aire por Material Particulado
(PM10 Y PM 2.5). España. En línea:
http://tallerdearquitecturamexicana.com/observaleon.org/wpcontent/uploads/2010/03/Material-Particulado_Vicente-Silva.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de datos para campo

CALIDAD DEL AIRE - HOJA DE DATOS SEMANAL - MONITOR ACTIVO - PTS / PM₁₀

Nº de semana : _____ Verificado por : _____ Muestreo : PTS ☐ PM₁₀ ☐

Operador : _____ Analista de Datos : _____

Nombre / Número de la Estación : _____

Tipo de Filtro : _____ Método y Equipo de Muestreo : _____

Fórmula de Conversión a LPM : _____

MUESTREO DE CAMPO							ANÁLISIS DE LABORATORIO			RESULTADO FINAL
Fecha	Nº de prueba	H.I.	H.F.	(min) T.M.	(m3/min) C.R.(Q) LPM	Vol. (m3)	P.I. (mg)	P.F. (mg)	P.M. (mg)	c. (ug/m3) 25 °C y 1 atm. de presión

Hora Inicial (H.I.) Tiempo Medido (T.M.) Caudal Real (Q) Peso Inicial (P.I.) Peso Medido (P.M.) Concentración (c) Litros por Minuto (LPM)
 Hora Final (H.F.)

Observaciones : _____

Fuente: Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos (DIRESA, 2005)

Anexo 2. Encuesta

Proyecto:

**“CALIDAD DEL AIRE Y LOS EFECTOS EN LA SALUD POR PM10 EN LA
Av. TUPAC AMARU DESDE Jr. AGUAYTIA HASTA EL Jr. VIRGEN DE
FATIMA, DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL
PORTILLO – UCAYALI - 2014”**

I. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO

1.1. Nombre:

1.2. Sexo:

1.4. Dirección:

II. PERCEPCION DE LA CALIDAD DEL AIRE POR PARTICULAS

2.1. ¿Conoce usted los daños a la salud que ocasiona la contaminación del aire por el polvo?

SI

NO

2.2. ¿Cómo sienten el grado de contaminación del aire en la zona?

Muy alta

Alta

Media

Baja

No está contaminada

2.3. ¿Cómo considera su estado de salud en la actualidad?

Muy bueno

Bueno

Regular

Malo

Muy malo

2.4. ¿Cómo afecta la contaminación del aire en la salud?

Tos

Dificultad respiratoria

Ardor de ojos

Estornudos

Garganta irritada

Dolor de Cabeza

Gripa

Asma

Angustia

Molestia

Tristeza

Desespero

Agotamiento

Aburrimiento

Pesimismo

2.5.¿Quiénes son los más afectados por la contaminación del aire?

Niños	☐
Jóvenes	☐
Adultos	☐
Ancianos	☐
Mujeres Embarazadas	☐
Enfermos	☐
Toda la población	☐

2.6.¿Cómo percibe que el aire está contaminado?

Los árboles, plantas y objetos están empolvados	☐
Hay corrosión de metales y daños a las pinturas	☐
Los vidrios se opacan y oscurecen	☐
Los cuellos y las mangas de la ropa se ensucian	☐
Las casas están empolvadas	☐
Hay falta de visibilidad	☐

2.7.¿Cuáles son las fuentes de contaminación?

El transporte de vehículos menores, livianos y pesados	☐
La quema de basura	☐
Cocinas a leña	☐
Vía no pavimentada	☐
Industrias Madereras	☐

Anexo 3. Modelo de Conteo de Trafico

[illegible]

Fuente: Ministerio de transporte

Anexo 4. Datos Meteorológicos

DÍA	PARÁMETRO		MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
					DEL DÍA
25/08/2014	Temperatura	°C	34,2	21,4	27,8
	Humedad	%	94	53	73,5
	Velocidad	m/s	3,5	0,5	2
26/08/2014	Temperatura	°C	34,4	22	28,2
	Humedad	%	94	53	73,5
	Velocidad	m/s	3,5	1,1	2,3
27/08/2014	Temperatura	°C	24,4	22,8	23,6
	Humedad	%	94	53	73,5
	Velocidad	m/s	3,5	1,1	2,3
28/08/2014	Temperatura	°C	30	20,4	30
	Humedad	%	94	59	76,5
	Velocidad	m/s	3	0,5	1,75

29/08/2014	Temperatura	°C	32	21,8	26,9
	Humedad	%	94	59	76,5
	Velocidad	m/s	4,5	0,5	2,5
30/08/2014	Temperatura	°C	32,4	22,6	27,5
	Humedad	%	94	62	78
	Velocidad	m/s	4,1	0,5	2,3
09/09/2014	Temperatura	°C	32	23	27,5
	Humedad	%	94	66	80
	Velocidad	m/s	3,5	1,1	2,3
10/09/2014	Temperatura	°C	33,8	21,9	27,85
	Humedad	%	94	59	76,5
	Velocidad	m/s	3	1,1	2,05
11/09/2014	Temperatura	°C	35	24	29,5
	Humedad	%	94	53	73,5
	Velocidad	m/s	5,5	1,1	3,3
12/09/2014	Temperatura	°C	31,2	22,4	26,8
	Humedad	%	94	74	84
	Velocidad	m/s	4,1	0,5	2,3
13/09/2014	Temperatura	°C	32	22,4	27,2
	Humedad	%	95	63	79
	Velocidad	m/s	3,6	1,1	2,35
14/09/2014	Temperatura	°C	33,2	23	28,1
	Humedad	%	94	52	73
	Velocidad	m/s	2,5	0,5	1,5
21/09/2014	Temperatura	°C	33,4	22,4	27,9
	Humedad	%	94	59	76,5
	Velocidad	m/s	4,7	0,5	2,6
22/09/2014	Temperatura	°C	30,8	21	25,9
	Humedad	%	94	62	78
	Velocidad	m/s	4,1	1,1	2,6
23/09/2014	Temperatura	°C	34,8	22	28,4
	Humedad	%	94	52	73
	Velocidad	m/s	3,6	1,1	2,35
24/09/2014	Temperatura	°C	35	22	28,5
	Humedad	%	94	49	71,5
	Velocidad	m/s	5,2	0,5	2,85
25/09/2014	Temperatura	°C	35,6	22,2	28,9
	Humedad	%	94	47	70,5
	Velocidad	m/s	4,7	0,5	2,6
26/09/2014	Temperatura	°C	36	23	29,5
	Humedad	%	94	53	73,5
	Velocidad	m/s	4,7	1,1	2,9

Fuente: Centro Meteorológico de la Universidad Nacional de Ucayali

Anexo 5. Morbilidad del Puesto de Salud Fraternidad

Etapa de vida niño

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD	2009	2010	2011	2012	2013
ENFERMEDADES DEL SIST. RESPIRATORIO	1312	1686	1412	1153	1128
CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS PARASITARIAS	821	1031	2712	2110	898
SINTOMAS, SIGNOS Y HALLAZGOS NO ESPECIFICADOS	305	393	113	228	75
ENFERMEDADES ENDOCRINAS, NUTRICIONALES Y METABOLICAS	526	294	312	220	51
ENFERMEDADES DE LA PIEL Y EL TCSC	73	526	303	310	80
ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	169	247	413	267	24
ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y ORGANOS HEMOTOPOYETICOS	105	113	111	121	18
ENFERMEDADES DEL OIDO Y ANEXOS	22	113	90	84	36
ENFERMEDADES DEL OIDO Y APOFISIS MASTOIDES	23	108	72	111	49
TRAUMATISMO Y ENVENENAMIENTO	7	3	3	6	3

Fuente: Puesto de Salud Fraternidad

Etapa de vida adolescente

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD	2009	2010	2011	2012	2013
ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	334	398	292	517	613
ENFERMEDADES INFECCIOSAS PARASITARIAS	350	342	354	412	424
SINTOMAS Y HALLAZGOS NO ESPECIFICADOS	330	261	401	381	351
ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	220	246	315	294	304
ENFERMEDADES DEL SISTEMA GENITO URINARIO	230	237	224	220	228
ENFERMEDADES PIEL Y TEJIDO SUBCUTANEO	106	94	86	110	106
TRAUMATISMO Y ENVENENAMIENTO	68	75	54	81	93
EMBARAZOS, PARTO Y PUERPERIO	54	60	62	60	62
ENFERMEDADES DEL OIDO Y APOFISIS MASTOIDES	48	40	33	42	39
ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y ORGANOS HEMOTOPOYETICOS	54	27	37	26	38

Fuente: Puesto de Salud Fraternidad

Etapa de vida adulto

10 PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD	2009	2010	2011	2012	2013
ENFERMEDADES DEL SISTEMA GENITO URINARIO	549	524	603	517	613
SINTOMAS Y HALLAZGOS NO ESPECIFICADOS	465	424	387	326	312
ENFERMEDADES INFECCIOSAS PARASITARIAS	430	407	392	403	415
ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	318	356	413	572	522
ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	240	309	208	287	267
EMBARAZOS, PARTO Y PUERPERIO	110	139	212	310	315
ENFERMEDADES PIEL Y TEJIDO SUBCUTANEO	77	122	92	75	71
ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	60	74	53	61	56
TRAUMATISMO Y ENVENENAMIENTO	98	70	90	88	84
ENFERMEDADES OSTEOMUSCULAR Y TEJIDO CONJUNTIVO	136	68	51	71	69

Fuente: Puesto de Salud Fraternidad

Etapa de vida adulto mayor

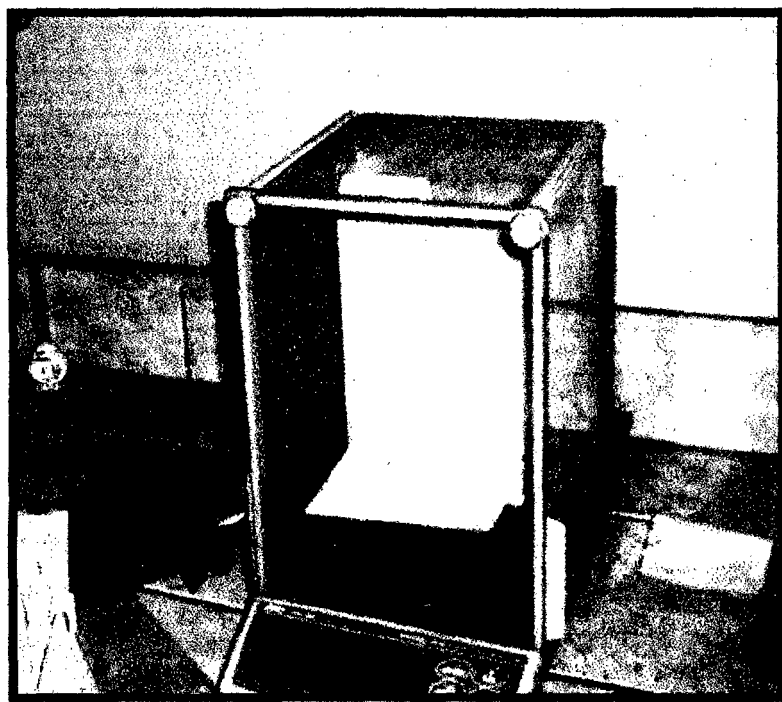
10 PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD	2009	2010	2011	2012	2013
CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS PARASITARIAS	43	42	53	67	76
ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	42	41	37	41	45
ENFERMEDADES DEL SISTEMA CIRCULATORIO	46	38	46	43	41
SINTOMAS Y HALLAZGOS NO ESPECIFICADOS	36	26	28	32	36
ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	35	25	37	28	22
ENFERMEDADES DEL SISTEMA GENITO URINARIO	10	11	14	17	15
ENFERMEDADES OSTEOMUSCULAR Y TEJIDO CONJUNTIVO	24	111	10	47	35
TRAUMATISMO Y ENVENENAMIENTO	8	9	7	10	7
ENFERMEDADES DE LA SANGRE Y ORGANOS HEMOTOPOYETICOS	18	9	8	15	12
ENFERMEDADES PIEL Y TEJIDO SUBCUTANEO	14	8	10	11	8

Fuente: Puesto de Salud Fraternidad

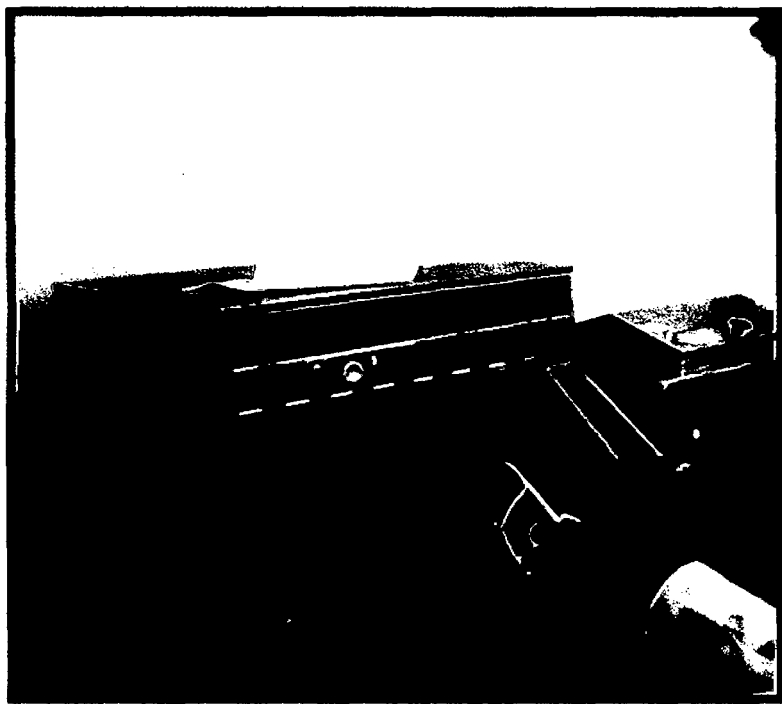
ICONOGRAFÍAS



Fotografía 1. Georreferenciación con GPS.



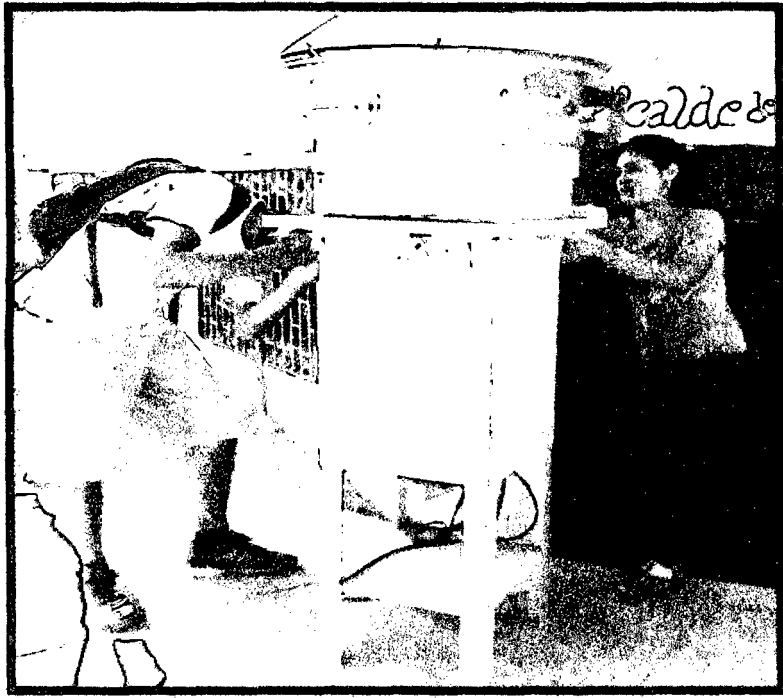
Fotografía 2. Pesado del papel filtro antes y después del secado en la estufa.



Fotografía 3. Secado de papel filtro en la estufa.



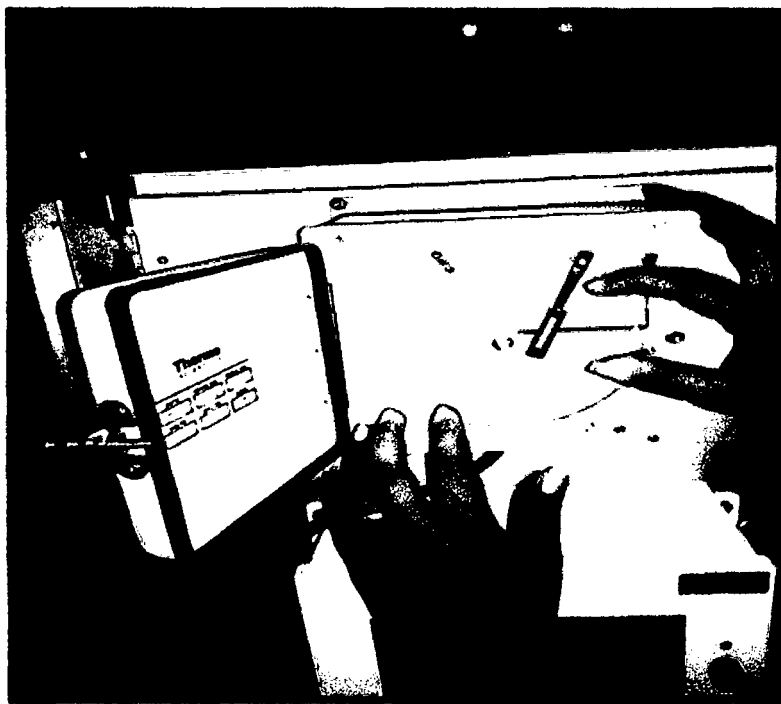
Fotografía 4. Trasladando el HiVol al punto de monitoreo.



Fotografía 5. Instalando el HiVol



Fotografía 6. Colocando el papel filtro



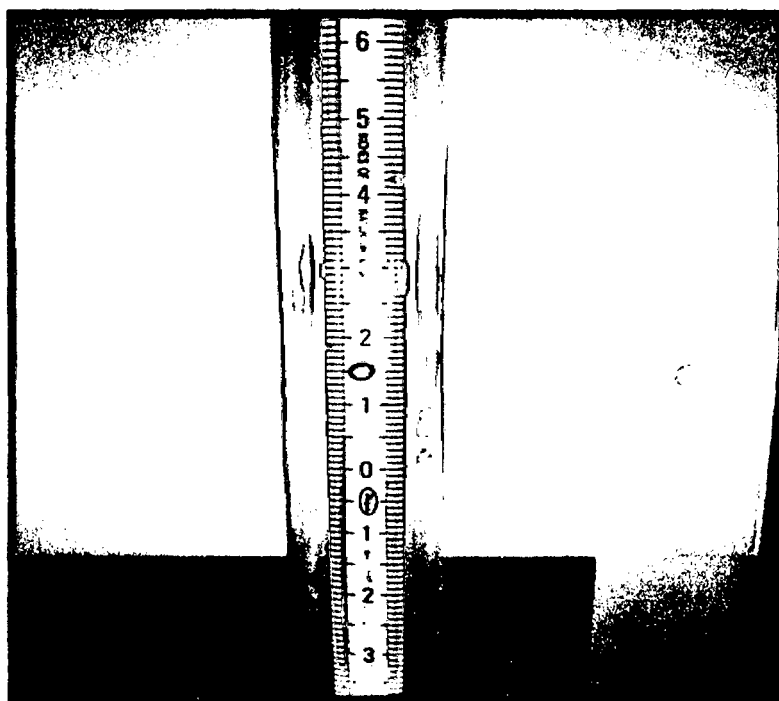
Fotografía 7. Colocando la cartilla



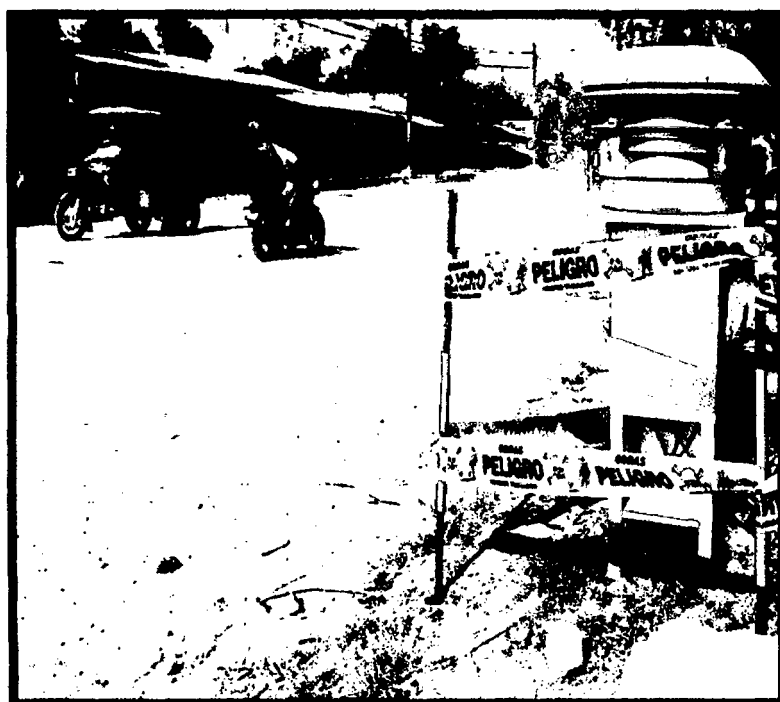
Fotografía 8. Prendiendo el HiVol



Fotografía 9. Midiendo la temperatura



Fotografía 10. Midiendo la presión



Fotografía 11. HiVol operando durante el día



Fotografía 12. HiVol operando durante la noche



Fotografía 13. Retirando el papel filtro con ayuda del asesor



Fotografía 14. Colocando el papel filtro en una bolsa Ziploc para después pesarlo en una balanza analítica



Fotografía 15. Constante suspensión de material particulado por vehículos pesados



Fotografía 16. Constante suspensión de material particulado por vehículos menores y pesados



Fotografía 17. Con el equipo de trabajo



Fotografía 18. Monitoreando con el apoyo del practicante