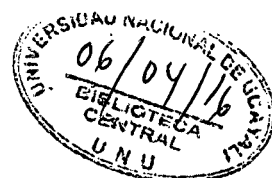


UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y
AMBIENTALES**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TITULO DE LA TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO (PM 10),
EN UNA VIA PAVIMENTADA (AV. ANTONIO MAYA DE BRITO) Y UNA VIA NO
PAVIMENTADA (AV. COLONIZACIÓN) EN EL DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA
DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

Bach. JAIRO JERVIS SOTO GOMEZ.

Pucallpa-Perú

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 027

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 11:00 am del día 30 de diciembre del 2015 se reunieron en la sala de butacas N° 2 del pabellón N° 4 de la Universidad Nacional de Ucayali los miembros del jurado calificador, integrados por los siguientes docentes:

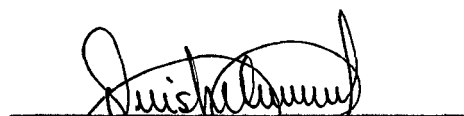
Dr. Carlos panduro Carbajal	Presidente
Ing. Mg. Héctor José Quispe Cerna	Miembro
Ing. Gladys Rojas Gutiérrez	Miembro

Para proceder a evaluar la sustentación de tesis titulada: "Determinación de la calidad del aire por material particulado (PM-10) en una vía pavimentada (Av. Antonio Maya de Brito) y una vía no pavimentada (Av. Colonización), en el distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo – Ucayali", presentado por el bachiller Jairo Jervis Soto Gómez. Terminada la exposición se procedió con el rol de preguntas por los miembros del jurado calificador, siendo absueltas satisfactoriamente por el sustentante y razón por el cual la tesis fue aprobada por UNANIMIDAD quedando el tesista apto para optar el título de ingeniero ambiental, no sin antes corregir las observaciones hechas por el jurado calificador para su posterior publicación.

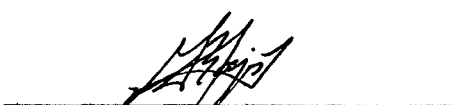
Siendo las 12:10 pm del mismo día se dio por terminado el acto académico.



Dr. Carlos panduro Carbajal
Presidente



Ing. Mg. Héctor José Quispe Cerna
Miembro

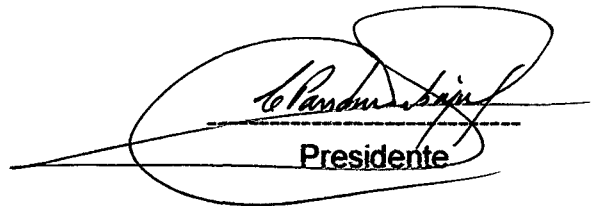


Ing. Gladys Rojas Gutiérrez
Miembro

ACTA DE APROBACION

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:

Dr. Carlos Panduro Carbajal



Presidente

Ing.Mg. Héctor Quispe Cerna



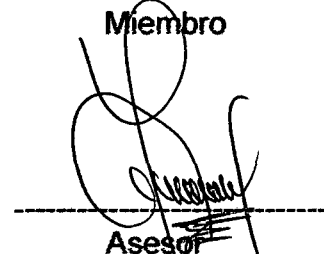
Miembro

Ing. Gladys Rojas Gutiérrez



Miembro

Dr. Grober Panduro Pisco



Asesor

Bach. Jairo Jervis Soto Gómez



Tesista

DEDICATORIA

A Dios por ser tan grande y misericordioso y permitir disfrutar los mejores momentos con mi familia y poder ser mejores cada día.

A mis padres Amancio Augusto Soto López y Lleny Gómez Lora, mis hermanos, Alex, Martha y Hugo, por brindarme su apoyo y sacrificio económico de manera incondicional para poder cumplir con el desarrollo de mi investigación

AGRADECIMIENTOS.

- A mis docentes de la Universidad Nacional de Ucayali, quienes durante mi permanencia en mi etapa universitaria permitieron en mi, motivarme y formarme para la realización de un proyecto de investigación.
- Al Dr. Grober Panduro Pisco, Asesor de la Tesis, por su apoyo con su experiencia, conocimiento y una eficaz gestión para poder cumplir con la ejecución y desarrollo del proyecto de investigación.
- Al ing. Walter Román Claros por su apoyo y disposición con el equipo de monitoreo.
- A la ing. Jenny Paola Zeña Rubio por brindarme su apoyo constante y conocimientos.
- A mis compañeros y amigos Erika Mosqueda Hoyos, Antero Pierd Luna Ochavano, Henning Chacón Ordoñez, Richard Garcia Paredes, Paul Reátegui Ramos, Celeste Flores Reátegui, Joffre Torres Vásquez, Clinton Lao Zumba 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

AGRADECIMIENTOS.....	4
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE ANEXOS.....	10
INDICE DE ICONOGRAFIA.....	10
RESUMEN.....	11
CAPITULO I.....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
CAPITULO II.....	15
2.1. MARCO TEORICO.....	15
2.1.1. CONCEPTO BÁSICO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.....	15
2.1.2. MATERIAL PARTICULADO.....	15
2.1.3. MUESTRA:.....	16
2.1.4. MUESTREO:.....	16
2.1.5. NIVEL DE ALERTA:.....	16
2.1.6. PARTÍCULA:.....	16
2.1.7. POLVO:.....	16
2.1.8. PROTOCOLO:.....	17
2.1.9. CONTAMINANTE DEL AIRE:.....	17
2.1.11. VALORES DE TRÁNSITO:.....	17
2.1.12. VIA CON PAVIMENTO:.....	17
2.1.13. VÍA SIN PAVIMENTO:.....	17
2.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO.....	18
2.2.1. EFECTOS SOBRE LA SALUD.....	18
2.2.2. EFECTOS SOBRE LA VEGETACIÓN Y LOS ANIMALES.....	19
2.2.3. EFECTOS SOBRE LOS MATERIALES.....	20
2.2.4. DETERIORO DE LA VISIBILIDAD.....	21
2.3. RESULTADOS DE LOS PRINCIPALES ESTUDIOS REALIZADOS EN CALIDAD DE AIRE – PM 10.....	21
2.3.1. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.....	21
2.3.2. PRINCIPALES ESTUDIOS REALIZADOS EN EL MUNDO.....	22
2.4. MANUAL DEL USO Y FUNCIONAMIENTO DEL HI VOL.....	26

2.5. PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTIÓN DE LOS DATOS	27
2.5.1. Alcance de Protocolo.....	27
2.5.2. Propósito	28
2.5.3. Base Legal.....	28
2.6. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.....	29
2.7. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire	29
2.8. Diseño del monitoreo.....	30
2.9. INDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE - EPA.....	34
APITULO III.....	37
3.1 Método de Investigación.	37
3.1.1 Metodología.....	37
3.1.2 El método cuantitativo.....	37
3.2.2.1 Ubicación del área de estudio.....	38
3.4.1. Técnica Estadística – Método Gravimétrico.	45
3.2.3 Instrumento de Recolección de Datos.....	45
3.2.3.1 Materiales.....	45
3.2.3.2 Equipos	46
3.2.3.3 Herramientas	46
CAPITULO IV	47
4.1. RESULTADO Y DISCUSION.....	47
4.1.1. PARAMETROS METEREOLÓGICOS EVALUADOS	47
4.1.1.1. Punto de Monitoreo N°1-Vía sin pavimento	47
a. Temperatura	47
b. Humedad Relativa.....	47
c. Presión Atmosférica.....	48
d. Precipitación	48
4.1.1.2. Punto de Monitoreo N°2-Vía sin pavimento	49
a. Temperatura	49
b. Humedad Relativa.....	49
c. Presión Atmosférica.....	50
d. Precipitación	50
4.1.1.3. Punto de Monitoreo N° 3-Vía con pavimento.....	51
a. Temperatura	51

b. Humedad Relativa.....	51
c. Presión Atmosférica.....	52
d. Precipitación.....	52
4.1.1.4. Punto de Monitoreo N° 4-Vía con pavimento.....	53
a. Temperatura.....	53
b. Humedad Relativa.....	53
c. Presión Atmosférica.....	54
d. Precipitación.....	54
4.1.2. Concentración de PM10 en una vía sin pavimento (Av. Colonización)...	55
➤ Punto de Monitoreo N° 1.....	55
➤ Punto de Monitoreo N° 2.....	56
4.1.3. Concentración de PM10 en una vía con pavimento (Av. Maya de Brito).	57
➤ Punto de Monitoreo N° 3.....	57
➤ Punto de Monitoreo N° 4.....	59
4.1.5. Encuestas.....	63
CAPITULO V.....	70
5.1. CONCLUSIONES.....	70
CAPITULO VI.....	71
6.1. RECOMENDACIONES.....	71
CAPITULO VII.....	72
7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.....	72

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.....	29
Tabla 2 Niveles de Alerta para Contaminantes- PM_{10}	29
Tabla 3 Definición De Escalas Para La Realización De Monitoreo Ambientales.....	30
Tabla 4 Categorías del Índice de Calidad del Aire - EPA.....	35
Tabla 5 Niveles de Índice de Calidad del Aire y significado.....	36
Tabla 6 Lugares de estudio con sus coordenadas.	38
Tabla 7 Registro de Parámetros de Campo.....	41
Tabla 8 Registro de Parámetros del laboratorio.....	42
Tabla 9 Cálculo para Rata de Flujo Actual en m^3/min	43
Tabla 10 Concentración de PM_{10}	55
Tabla 11 Concentración de PM_{10}	56
Tabla 12 Concentración de PM_{10}	57
Tabla 13 Concentración de PM_{10}	59

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Valores de Temperatura</i>	<i>47</i>
<i>Figura 2 valores de humedad relativa.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 3 Valores de Presión Atmosférica.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4 Valores de Precipitación</i>	<i>48</i>
<i>Figura 5 Valores de Temperatura</i>	<i>49</i>
<i>Figura 6 Valores de Humedad Relativa.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 7 Valores de Presión Atmosférica.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 8 Valores de Precipitación</i>	<i>50</i>
<i>Figura 9 Valores de Temperatura</i>	<i>51</i>
<i>Figura 10 Valores de Humedad Relativa.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 11 Valores de Presión Atmosférica.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 12 Valores de Precipitación</i>	<i>52</i>
<i>Figura 13 Valores de Temperatura</i>	<i>53</i>
<i>Figura 14 Valores de Humedad Relativa.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 15 Valores de Presión Atmosférica.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 16 Valores de Precipitación</i>	<i>54</i>
<i>Figura 17 Mapa de ubicación de la Zona de estudio.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 18 Concentración de pm10.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19 Concentración de pm10.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 20 Concentración de pm10.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 21 Concentración de pm10.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 22 Concentración pm10-Vía sin pavimento.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 23 Concentración pm10-Vía sin pavimento.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 24 Conoce usted alguna norma respecto a la contaminación del aire por polvo.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 25 Como siente usted el nivel de contaminación del aire por su vía.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 26 Considera usted que le ha venido afectando a su salud.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 27 Considera usted que ha venido afectando sus bienes materiales</i>	<i>64</i>
<i>Figura 28 Usted cree que al pavimentar la vía disminuirá la contaminación del aire</i>	<i>65</i>
<i>Figura 29 Cuanto cree usted que disminuirá la contaminación del aire.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 30 Conoce usted alguna norma respecto a la contaminación del aire por polvo.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 31 Como siente usted el nivel de contaminación del aire por su vía.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 32 Considera usted que le ha venido afectando a su salud.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 33 Considera usted que ha venido afectando sus bienes materiales</i>	<i>67</i>
<i>Figura 34 Usted cree que al pavimentar la vía ha disminuido la contaminación del aire.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 35 Cuanto cree usted que ha disminuido la contaminación del aire</i>	<i>68</i>

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Hoja de datos de campo.....	73
ANEXO 2 Encuesta para la vía sin pavimento.....	74
ANEXO 3 Encuesta para la vía con pavimento	75
ANEXO 4 Promedio de tránsito de vehículos en la vía con pavimento y la vía sin pavimento...	76
ANEXO 5 Promedio de parámetros meteorológicos	77

INDICE DE ICONOGRAFIA.

Fotografía 1 Capacitación y reconocimiento del equipo HI-VOL.....	78
Fotografía 2 Secado y tratamiento del filtro de fibra de cuarzo	78
Fotografía 3 Pesado del filtro de fibra de cuarzo	78
Fotografía 4 Recolección de datos y parámetros meteorológicos.....	79
Fotografía 5 Traslado del equipo HI-VOL al punto de monitoreo.....	79
Fotografía 6 Vía sin pavimento.....	79
Fotografía 7 Punto de monitoreo N° 1- Vía sin pavimento.....	80
Fotografía 8 Punto de monitoreo N° 2- Vía sin pavimento.....	80
Fotografía 9 Transito en la vía sin pavimento	80
Fotografía 10 Programación del equipo HI-VOL-Vía sin pavimento	81
Fotografía 11 Filtro luego del monitoreo _ Vía sin pavimento.....	81
Fotografía 12 Medición de la temperatura ambiente- Vía sin pavimento.....	81
Fotografía 13 Medición de la presión del filtro-Vía sin pavimento.....	82
Fotografía 14 Suspensión de material Particulado – Vía sin pavimento.....	82
Fotografía 15 Vía con pavimento	82
Fotografía 16 Punto de monitoreo N° 3- Vía Con pavimento.....	83
Fotografía 17 Punto de monitoreo N° 4 – Vía con pavimento	83
Fotografía 18 Transito en la Vía con pavimento	83
Fotografía 19 Control del flujo volumétrico del HI-VOL-Vía con pavimento	84
Fotografía 20 Medición de la presión del filtro-Vía con pavimento.....	84
Fotografía 21 Instalación del filtro para monitoreo – Vía con pavimento.....	84
Fotografía 22 Efectos del material particulado sobre las viviendas.....	85
Fotografía 23 Efectos del material particulado sobre la vegetación.....	85
Fotografía 24 Efectos a la salud por consumo de alimentos expuestos a la suspensión de material Particulado.....	85

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO (PM 10), EN UNA VIA PAVIMENTADA (AV. ANTONIO MAYA DE BRITO) Y UNA VIA NO PAVIMENTADA (AV. COLONIZACIÓN) EN EL DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI”

Jairo Jervis Soto Gómez ¹

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el distrito de Manantay Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, iniciándose en el mes de Setiembre del 2014 y finalizando en el mes de Diciembre del 2014; cuyo objetivo fue determinar la calidad del aire por material Particulado (PM 10) en una vía pavimentada y una vía no pavimentada (enripiado), mediante un monitoreo de la calidad de aire para determinar el nivel de concentración de material particulado. El método utilizado fue el método de análisis gravímetro el cual consiste en la separación y posterior pesada, de un elemento o compuesto de composición química conocida. Los resultados preliminares fueron sometidos a cálculos respectivos para la determinación de Material Particulado menores de 10 micrones, según indica el Protocolo Nacional de la Calidad de Aire. En la vía sin pavimentar se obtuvo un promedio de $453.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado (PM10), mientras que para la vía pavimentada se obtuvo en promedio, $444.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de material Particulado (PM10). En conclusión, ambos resultados muestran que las vías monitoreadas se encuentran en estado de alerta de PM 10 de “*URGENCIA*” por cuanto superan los estándares de calidad de aire que es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de material Particulado.

Palabras clave: Partículas Menores de $10 \mu\text{g}$, Material Particulado, monitoreo, calidad de aire, contaminación de aire.

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

"DETERMINATION OF THE QUALITY OF THE AIR FOR PARTICULATE MATTER (PM 10), ON A PAVED ROAD (AV. ANTONIO MAYA BRITO) AND A VIA NON-PAVED (AV. COLONIZACION) IN THE DISTRICT OF MANANTAY, PROVINCE OF CORONEL PORTILLO - UCAYALI"

Jairo Jervis Soto Gomez ¹

SUMMARY

The research was conducted in the district of Manantay Province of Coronel Portillo, Ucayali region, beginning in September of 2014 and ending in December 2014 month; whose objective was to determine the air quality for particulate matter (PM 10) on a paved road (Av. Antonio Maya de Brito) and an unpaved road (Av. Colonización). Two-way vehicular greater frequency and concentration of people the first unpaved road (Av. Colonization), the second paved road (Av. Maya de Brito) was evaluated. The method used was the method of analysis or quantitative analysis gravimeter by heavy which is the separation and subsequent weighing of an element or compound of known chemical composition. For such calculations results for the determination of particulate matter less than 10 microns were made, as indicated by the National Protocol Air Quality. The results show that in the unpaved road (Av. Colonization), an average finish of monitoring 453.68 ug / m³ was obtained, and the paved road (Av. Antonio Maya de Brito), an average finish of 444.80 ug monitoring / m³. The results show that both pathways are monitored with a level of alertness of PM 10 "emergency" because exceed air quality standards 150 ug / m³.

Keywords: Particles less than 10 µg, particulate matter, monitoring air quality, air pollution.

¹ Bachelor of Environmental Science. A graduate of the National University of Ucayali.

INTRODUCCION

El material particulado es un contaminante que se encuentra en el aire que respiramos, el cual puede causar problemas significativos en la salud de la población en general, entre las que se incluyen mortalidad prematura, visitas permanentes al médico, ataques de asma, síntomas respiratorios y disminuciones de la función pulmonar (Telles *et al.*, 1997; Olaiz-Fernández, 1998; Ballester, 2003; Zamoirano *et al.*, 2003). Es importante, por consiguiente, tratar de investigar aspectos claves de este contaminante como sus principales fuentes de generación, comportamiento de dispersión en nuestro hábitat, identificación de mecanismos de control eficientes, impactos reales y cuantificables sobre la salud, entre otros; que permitan a mediano y largo plazo obtener una disminución favorable de los impactos ambientales que esta causando el Material Particulado.

Respirar aire limpio y sin riesgos para la salud es un derecho inalienable de todo ser humano. Está sobradamente demostrado que la contaminación atmosférica causa daños a la salud de los ciudadanos y al medio ambiente. Se trata de un problema con una importante vertiente local, pero también de magnitud planetaria, ya que los contaminantes pueden moverse largas distancias. El origen de este problema se encuentra en las emisiones originadas por las industrias, las calefacciones y el tráfico. Este último es uno de los principales responsables del problema, que se agudiza de forma alarmante en ciudad con gran crecimiento urbano como es el caso de la ciudad de Pucallpa, a través de la creación de pueblos jóvenes o asentamientos humanos, los cuales la mayoría de estos carecen de vías pavimentadas.

En este sentido se ha propuesto este proyecto de investigación con el objetivo de Determinar la calidad del aire por material Particulado (PM 10) en una vía pavimentada (Av. Antonio Maya de Brito) y una vía no pavimentada (Av. Colonización).

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

En Pucallpa el desarrollo en infraestructura de construcción de viviendas, edificios, etc., así como pistas y veredas, se desarrolla aceleradamente provocando el incremento de partículas suspendidas en la atmósfera, debido también al creciente parque automotor a nivel local.

El distrito de Manantay se encuentra ubicado a 20 minutos del centro de la ciudad de Pucallpa por la vía principal que se encuentra actualmente asfaltada, sin embargo existe tramos que une de manera rápida al distrito de Manantay con el distrito de Callería los cuales se encuentran en pésimo estado, sin importar este estado actual de los tramos de accesibilidad rápida entre estos dos distritos la mayoría de los transportistas públicos o privadas por ahorrar tiempo y evitar congestión vehicular utilizan estas vías en mal estado.

Una de las vías rápidas que se encuentra en mal estado con gran porcentaje de transitabilidad es la Av. Colonización que une los dos distritos antes mencionados en aproximadamente 10 minutos; sin embargo el constante transporte vehicular que se observa en esta avenida genera una alta concentración de partículas suspendidas en la atmósfera afectando así a la población cercana y los transportistas que circulan por la vía, atentando contra su salud.

CAPITULO II

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. CONCEPTO BÁSICO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.

Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano. (*DECRETO SUPLENTO N° 074-2001-PCM*).

2.1.2. MATERIAL PARTICULADO.

El material particulado en el ambiente está compuesto por una mezcla heterogénea de partículas de diferentes tamaños y composición química. Las partículas difieren de acuerdo con sus fuentes de emisión, formas, tamaños, mecanismos de formación y composición química y pueden caracterizarse por sus propiedades físicas y químicas. Mientras las propiedades físicas tienen efecto sobre el transporte y el depósito de las partículas en el sistema respiratorio humano, la composición química de las partículas determina el impacto de éstas sobre la salud.

Existe una gran variedad de fuentes de emisiones naturales y antropogénica que contribuyen a las concentraciones de material Particulado en la atmósfera. Entre las naturales se encuentran el polvo de la superficie que es resuspendido por el viento y los aerosoles marinos y biogénicos. Entre las fuentes antropogénica se puede citar al transporte automotor, los aviones, los barcos, los trenes, la maquinaria agropecuaria, las actividades vinculadas con la construcción, los procesos de combustión en fuentes estacionarias, las industrias.

Las partículas emitidas directamente a la atmósfera desde las fuentes de emisión son denominadas “partículas primarias” y las que se forman en la atmósfera a partir de precursores gaseosos (por condensación o coagulación) constituyen las “partículas secundarias”. Existe un gran número de componentes particulados primarios y secundarios, lo que determina que la química del material Particulado es un problema complejo.

Las partículas generadas a partir de procesos de combustión, como el tránsito vehicular, las centrales térmicas de generación de energía y la quema de bosques, tienen tamaños que varían desde unos pocos nanómetros hasta 1µm. En cambio, las partículas provenientes del polvo resuspendido por el viento, del polen y de la sal marina tienen diámetros mayores al micrón.

El material particulado atmosférico puede clasificarse por sus propiedades aerodinámicas debido a que éstas gobiernan el transporte y remoción de partículas desde la atmósfera, condicionan su depósito dentro del sistema respiratorio y están asociadas con la composición química y las fuentes de partículas. Las propiedades aerodinámicas de las partículas están relacionadas con el "diámetro aerodinámico". Este se define como el diámetro de una esfera con las mismas características aerodinámicas que la partícula. Por lo tanto, las partículas son muestreadas y descritas sobre la base de su "diámetro aerodinámico", usualmente llamado "tamaño de partículas". El tamaño de las partículas en la atmósfera puede variar en cuatro órdenes de magnitud, desde 10-3 μm hasta algunas decenas de micrones. A las partículas cuyo diámetro aerodinámico es inferior a 10 μm se la denomina PM10 y a las de diámetro aerodinámico inferior a 2.5 μm , PM2.5. (Autora: Lic. Paula Beatriz Martín-2005).

2.1.3. MUESTRA:

Parte seleccionada que se separa de un conjunto y que se considera representativa del mismo conjunto al que pertenece. (*Protocolo Nacional del Aire-DIGESA*).

2.1.4. MUESTREO:

Recolección de una porción representativa para someterla a análisis y ensayos. (*Protocolo Nacional del Aire-DIGESA*).

2.1.5. NIVEL DE ALERTA:

Concentración de contaminantes atmosféricos que la autoridad competente ha decidido que se acerca a la que puede causar un daño a la salud o es un riesgo para ella. (*Protocolo Nacional del Aire-DIGESA*).

2.1.6. PARTÍCULA:

Masa pequeña discreta de materia sólida o líquida. (*Protocolo Nacional del Aire-DIGESA*).

2.1.7. POLVO:

Partículas sólidas pequeñas con diámetro menor de 75 μm que se sedimentan por su propio peso pero que pueden permanecer suspendidas por algún tiempo. (*Protocolo Nacional del Aire-DIGESA*).

2.1.8. PROTOCOLO:

Conjunto ordenado de reglas o procedimientos que se siguen para llevar a cabo una función determinada. (*Protocolo Nacional del Aire-DIGESA*)

2.1.9. CONTAMINANTE DEL AIRE:

Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano. (*DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM*).

2.1.10. ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE:

Aquellos que consideran los niveles de Concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la presente norma. Como estos Estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios. (*DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM*).

2.1.11. VALORES DE TRANSITO:

Niveles de concentración de contaminantes en el aire establecidos temporalmente como parte del proceso progresivo de implementación de los estándares de calidad del aire. Se aplicarán a las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12 de este reglamento, presenten valores mayores a los contenidos en el Anexo 2. (*DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM*).

2.1.12. VIA CON PAVIMENTO:

Cubrir un suelo con asfalto, cemento, adoquines u otro material similar para que esté firme y llano.

2.1.13. VÍA SIN PAVIMENTO:

Ausencia de asfalto, cemento o cualquier material que permita una vía firme y llano. (<http://es.thefreedictionary.com/pavimentada>).

2.1.14. RATA DE FLUJO ACTUAL:

Relación existente entre la temperatura ambiental y la presión atmosférica.

2.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO

La atmósfera de las grandes ciudades, densamente pobladas, puede presentar altas concentraciones de material particulado, ozono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos. El material particulado se suele informar, como la concentración en aire de partículas totales en suspensión (PTS), PM₁₀ y PM_{2.5}. Los componentes químicos principales del material particulado son sulfatos, nitratos, amonio, compuestos orgánicos carbonados, elementos de carbón, componentes del suelo (aluminio, sílice, calcio, titanio, hierro). Las emisiones y las concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en las grandes ciudades pueden tener amplios efectos sobre la salud de la población, generar niebla urbana y regional, afectar la visibilidad, y degradar los ecosistemas. (Autora: Lic. Paula Beatriz Martín-2005).

2.2.1. EFECTOS SOBRE LA SALUD

Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud varían no sólo con la intensidad y duración de la exposición a la que son sometidos los seres humanos, sino también con la edad y la condición sanitaria del individuo expuesto. La población expuesta a mayor riesgo incluye los niños y los ancianos, y a todas las personas que padezcan diabetes, o enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

El sistema respiratorio tiene varios niveles de defensa contra la invasión de cuerpos extraños. Las partículas grandes son filtradas por los pelos del conducto nasal y son retenidas por la mucosa que cubre la cavidad nasal y la tráquea. Las partículas grandes no pueden tomar las abruptas curvas del conducto nasal y, a causa de su inercia, chocan contra la pared de la cavidad nasal cuando el aire se precipita hacia los pulmones.

Estudios sanitarios realizados en la Ciudad de México (Borja-Aburto, 1997, 1998, Loomiss, 1999, Castillejos, 2000, Téllez-Rojo 2000) indican que un 1% de incremento de la mortalidad diaria es causado por cada 10 µg/m³ de incremento de los niveles de PM₁₀ (llamado generalmente "coeficiente de riesgo"). Este valor es similar al 0.6% por aumento de 10 µg/m³ obtenido de estudios epidemiológicos realizados en otras ciudades del mundo (Levy, 2000).

2.2.2. EFECTOS SOBRE LA VEGETACIÓN Y LOS ANIMALES

La contaminación del aire puede afectar a las plantas en diferentes grados. En los niveles más bajos, por ejemplo, debajo del umbral, no hay efectos, tales como daño visible, efectos crónicos acumulativos, efectos genéticos o aún cambios graduales en la composición de la comunidad vegetal. Sin embargo, aún en este nivel, los contaminantes se pueden almacenar en las plantas, introducir en la cadena alimenticia y alterar a los animales que se alimentan de estas plantas.

Las plantas adquieren los contaminantes ya sea directamente, a través de intercambio de gases con la atmósfera, o a través de la humedad absorbida del suelo. El suelo puede haber estado expuesto a los contaminantes del aire, los cuales entonces se habrán disuelto en el agua y el suelo. Por ejemplo, los contaminantes ácidos del aire se disuelven fácilmente en la humedad superficial o lluvia. Aun cuando la fuente de contaminación del aire se haya removido, los materiales pueden permanecer en el suelo y afectar el desarrollo de las plantas, aunque con el tiempo se diluyen y separan por lixiviación con la lluvia.

La entrada de contaminantes gaseosos en las plantas es más directa a través de los estomas abiertos sobre el envés de las hojas de las plantas. Los contaminantes gaseosos, después de entrar en el tejido de la planta, se disuelven en el agua intercelular. El ácido resultante ataca la estructura celular dentro de la hoja. Esta es la razón por la que los contaminantes del aire fácilmente solubles sean los más tóxicos.

Las partículas sólidas son menos tóxicas para la planta, ya que se depositan sobre la superficie superior cerosa y dura de las hojas y es allí donde se deben disolver, en la humedad depositada, para penetrar en el interior de la planta a través de los estomas o a través de las secciones dañadas de la superficie de la hoja. Algunas partículas se disuelven en la cera de la superficie y penetran en la planta. De esta manera, el efecto producido por el material Particulado es más localizado y no llega a dañar por completo la estructura de la hoja en la proporción en que lo hacen los contaminantes gaseosos. Asimismo, los

contaminantes sólidos pueden entrar en la cadena alimenticia, si sus acarreadores vegetales son consumidos por animales.

Si las plantas de ornato tienen hojas sensitivas, entonces los depósitos de material particulado pueden dañar seriamente su valor estético o comercial, como sucede con las flores, aunque pueden no afectar la capacidad de la planta para subsistir y reproducirse.

La sensibilidad de las plantas y de los animales a los diferentes contaminantes atmosféricos, varía de acuerdo con el tipo de contaminante y su concentración, pero también depende de si está presente más de un contaminante; dos o más contaminantes pueden reforzarse mutuamente (sinergismo) y aumentar o disminuir el efecto del contaminante individual. El conocimiento de la sensibilidad relativa de una especie es doblemente útil. En primer lugar, las especies menos sensibles se pueden cultivar en regiones donde es probable que se vean sometidas a atmósferas contaminadas, tales como plantíos al lado de las carreteras o en parques localizados en el centro de áreas urbanas. En estas situaciones, las variedades más resistentes se pueden plantar y crecerán bien bajo condiciones difíciles. En segundo lugar, las especies muy sensibles se pueden cultivar cerca de nuevas fuentes de contaminación del aire o de aquellas fuentes en las cuales se han instalado dispositivos de control. Un estudio de estas plantas puede indicar si las medidas de control que se han implementado son efectivas.

Los contaminantes del aire, gaseosos y el material particulado, afectan a los animales de forma similar a la que afectan a los seres humanos, aunque algunos animales son menos, y otros más sensibles.

2.2.3. EFECTOS SOBRE LOS MATERIALES

Los contaminantes del aire deterioran los materiales: piedras, pintura, vidrio teñido, materiales de fibras, entre otros. El efecto del ensuciamiento por partículas puede observarse en ciudades y áreas industriales, donde los edificios de piedras levemente coloreadas y los ladrillos, pronto adquieren el característico color negro. La erosión de la mampostería sobre edificios de gran valor arquitectónico e histórico es realmente seria en algunas ciudades

europeas. Algunas de las grandes catedrales de Europa, por ejemplo la de Colonia (Alemania) que está construida de arenisca, está mostrando signos de rápido deterioro. La Acrópolis en Atenas (Grecia) se ha desmoronado más en los últimos cuarenta años que durante los 2500 años previos. Las ventanas de cristal teñido también sufren un deterioro debido a la contaminación del aire. Otras consecuencias de la contaminación del aire son el deterioro más rápido de la ropa, cortinas, madera, la corrosión de los metales y el ensuciamiento y la ruptura subsecuente de obras de pintura.

2.2.4. DETERIORO DE LA VISIBILIDAD

El deterioro de la visibilidad está principalmente vinculado con las concentraciones de material particulado y en particular, con las partículas de menor tamaño, sin embargo, está generalmente acompañado por niveles altos de otros contaminantes. La bruma o niebla urbana es el efecto de la presencia de altas concentraciones de contaminantes en el aire, que se percibe más frecuentemente.

2.3. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES ESTUDIOS REALIZADOS EN CALIDAD DE AIRE – PM 10

2.3.1. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA CIUDAD DE PUCALLPA

2.3.1.1. Estudio de Calidad de Aire y Ruido en el Distrito de Manantay 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 $187.83\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.3.2.2. SANTIAGO DE CHILE (CHILE)

La Zona Metropolitana de Santiago (ZMS) es la zona urbana más poblada de Chile y el centro de las actividades económicas e industriales del país.

Las concentraciones de PTS en el aire en la ZMS se encuentran entre las más altas de las observadas en todas las zonas urbanas del mundo. En 1995, la concentración diaria máxima de PTS alcanzó $621 \mu\text{g}/\text{m}^3$, muy superior a la norma chilena de calidad del aire ($260 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Asimismo, durante una campaña realizada ese año, la norma de calidad del aire fue superada en 45 de los 91 días de muestreo. En otros puntos de la ciudad las concentraciones medias diarias máximas variaron entre $311 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $455 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones medias anuales de PTS registradas durante 1995 en cuatro lugares de la ciudad resultaron entre $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $266 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valores muy superiores a la norma chilena de calidad del aire ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Molina y Molina, 2004). Entre 1989 y 1994, las concentraciones anuales de PM₁₀ en el ambiente, observadas en la zona del centro de la ZMS, resultaron entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando ampliamente la norma de calidad del aire de la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (U.S.EPA), de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (no existe una norma chilena correspondiente a PM₁₀ para este período de promedio). (Tesis doctoral "Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires" - Martin, Paula Beatriz)

2.3.2.3. SAN PABLO (BRASIL)

La Región Metropolitana de San Pablo (RMSP) es el segundo centro urbano de América Latina y el Caribe por su tamaño (después de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México). Por otra parte, San Pablo presenta un severo problema de contaminación por material particulado PM₁₀. Las concentraciones medias anuales de PM₁₀, registradas en RMSP son superiores a la norma de calidad del aire de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en algunas estaciones de monitoreo en la ciudad. Las concentraciones más altas se producen durante el invierno (Castanho y Artaxo, 2001) y alcanzan valores medios diarios entre $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superando frecuentemente la norma de calidad del aire correspondiente ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Generalmente durante más del 15% del año, la concentración media diaria de PM₁₀ supera la norma de calidad del aire (CETESB, 2002). (Tesis doctoral "Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires" - Martin, Paula Beatriz).

2.3.2.4. LOS ANGELES, CALIFORNIA (ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA)

El Área Metropolitana de Los Ángeles (AMLA) es la segunda área urbana más poblada de los Estados Unidos de América, luego del área metropolitana de Nueva York. El material particulado PM10 ha disminuido en la última década. No obstante, durante el año 2002, las concentraciones de material particulado PM10 han superado la norma de calidad del aire federal y/o estatal, en al menos uno de los monitores instalados en el área, particularmente durante la primavera y el verano (AQMD, 2003). Campañas de medición realizadas en el área revelan que el polvo proveniente de los caminos pavimentados y de los no pavimentados es un gran emisor de material particulado PM 10. (Tesis doctoral "Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires" - Martin, Paula Beatriz)

2.3.2.5. LONDRES (REINO UNIDO)

La Región Metropolitana del Gran Londres (RMGL) es la principal área urbana del Reino Unido. Esta región, conformada por la ciudad de Londres y 32 Distritos. Las principales fuentes de emisión de material particulado en el área son las fuentes naturales, el transporte automotor, procesos de combustión e industriales. En la región metropolitana el transporte automotor es responsable de 80-90% de la emisión de material particulado PM10 anual (QUARG, 1996). El monitoreo del material particulado en el Reino Unido comenzó en el año 1992 (Deacon y otros, 1997). Estos resultados mostraron la importancia de las emisiones vehiculares de PM10, como uno de los principales contribuyentes a la contaminación atmosférica en la región. (Tesis doctoral "Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires" - Martin, Paula Beatriz)

2.3.2.6. DELHI (INDIA)

Delhi, la ciudad capital de la India está ubicada al norte del país, a una altura de 216m y tiene una superficie de 1483 km². Existen nueve estaciones de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de Delhi, cinco en zonas industriales y cuatro en áreas residenciales (Central Pollution Control Board, 2005). Las concentraciones medias anuales y mensuales de material particulado total en suspensión exceden casi siempre las normas de calidad del aire correspondientes. Los valores medios anuales observados de PTS se encuentran entre 350 µg/m³ y 450 µg/m³.

2.3.2.7. BEIJING (CHINA)

La ciudad de Beijing se encuentra en la planicie norte de China. Beijing tiene una superficie de 16810 km² y la topografía presenta una suave pendiente en dirección noroeste – sudeste.

La ciudad está rodeada de áreas industriales. El material particulado (PTS y PM₁₀) es uno de los principales contaminantes del aire de la ciudad de Beijing. En el período 1998-2002 los valores medios anuales de PTS han disminuido en aproximadamente el 1.3%, sin embargo los niveles de concentración son elevados, variando entre 353-378 µg/m³. Por otra parte, las concentraciones medias anuales de PM₁₀ han mostrado una tendencia al descenso de aproximadamente el 7.8%, con valores de 180 µg/m³ en 1999 y de 166 µg/m³ en el 2002. Shi y otros (2003) informaron niveles de PM₁₀ superiores a los 400 µg/m³ (promedio semanal), 655 µg/m³ (promedio 12 h) y 230 µg/m³ (promedio anual). (Tesis doctoral “Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires” - Martin, Paula Beatriz)

2.3.2.8. EL CAIRO (EGIPTO)

El Cairo, capital de Egipto, es la ciudad más extensa de África y el Medio Este. Está ubicada a orillas y en las islas del Río Nilo en el Norte de Egipto. Realizaron mediciones de material particulado total en suspensión en once puntos de la ciudad. Los resultados obtenidos por estos autores en el centro de la ciudad se encontraban entre 25 µg/m³ y 1100 µg/m³. Labib y Khalik (2002) obtuvieron altos niveles de concentración de material particulado en varios lugares de la ciudad del El Cairo, con valores medios anuales de PM₁₀, que generalmente superaron ampliamente los 150 µg/m³. Cabe mencionar que las autoridades locales han implementado un Programa de Mejora de la Calidad del Aire en El Cairo y en los últimos años los niveles de las concentraciones se han reducido en aproximadamente un 40% (Molina y Molina, 2004). (Tesis doctoral “Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires” - Martin, Paula Beatriz).

2.4. MANUAL DEL USO Y FUNCIONAMIENTO DEL HI VOL

Para la medición de PM10 se utilizó un muestreador manual de alto volumen Highvol marca **Thermo Andersen**. Este equipo tiene un sistema de muestreador de alto volumen PM10 (HVPM10) que cubre todas las especificaciones de FMR (Método de Referencia Federal) para la medición de PM10 y así, han sido diseñados como métodos apropiados para la determinación de concentraciones de partículas suspendidas PM10. El equipo Thermo-Andersen cuenta con un cabezal de corte PM10 y caudal de aspiración de 68 m³/h, para la determinación de niveles y muestreo de PM10 con resolución diaria. El funcionamiento de este equipo es el siguiente: el aire penetra a través de la abertura ubicada en la parte superior del cabezal de corte (PM10 o PM2.5, en este caso PM10) por efecto de la aspiración de la bomba, siendo aspirado en forma simétrica, esto es, independientemente de la dirección del viento, durante 24 horas. Una vez dentro del cabezal de muestreo, el flujo de aire se acelera a través de una serie de boquillas impactadoras para después ser dirigido hacia la superficie de impactación. Debido a su momento de inercia, aquellas partículas que poseen diámetros aerodinámicos mayores de 10 μ m quedan retenidas en la superficie de la cámara mientras que las restantes poseen la suficiente inercia como para continuar a través de las boquillas inferiores hacia un filtro de fibra de cuazo.

Las partículas de diámetro seleccionado (PM10 en este caso) son retenidas sobre el filtro mientras que el aire limpio es finalmente expulsado por el extremo opuesto del equipo.

El equipo cuenta con una bomba de vacío, la cual se encuentra conectada a un sensor de masa que permite no solo seleccionar el flujo o caudal de aire al cual se realiza el muestreo, sino que también regula la potencia de la bomba para mantenerlo constante a través de todo el período de muestreo. Además, el muestreador tiene incorporado un reloj programador y un cronómetro con el fin de contabilizar el tiempo total de muestreo.

Solamente las partículas de 10mc son capturadas a través de la entrada (toma de muestra de impacto), el rango de flujo es mantenido por un controlador de flujo másico o un controlador de flujo volumétrico. Las partículas son recogidas

en un filtro de fibra de micro-cuarzo que es equilibrado y pesado antes (tara) y después del muestreo (utilizado) para determinar el peso ganado en la muestra (masa neta). La duración de la muestra es controlada por un temporizador de precisión a +/-15 minutos sobre un periodo de muestreo de 24 horas o medido por un indicador del tiempo transcurrido.

Para calcular la concentración de masa de PM₁₀, el volumen total de aire muestreado es determinado desde el rango de flujo real medido y el tiempo de muestreo. La concentración de PM₁₀ en el aire ambiente es entonces calculada como la masa neta recolectada dividida por el volumen de aire muestreado. Puesto que el equipo es operado en términos de condiciones de promedio temporal o real (para encontrar las especificaciones del diseño de la entrada), el rango de flujo operacional y el volumen de la muestra deben ser corregidos a condiciones de referencia de U.S EPA (298°K, 760 mm Hg) para el reporte de los datos. Las concentraciones reportadas son expresadas en microgramos por metro cúbico estándar (µg/m³).

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

2.5.1. 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.

2.5.2. 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.

2.5.3. 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.

2.6. 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 1 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	Quimioluminiscencia (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

2.7. 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 2 Niveles de Alerta para Contaminantes- PM₁₀

NIVELES DE ALERTA DE PM10			
COLOR	TIPO DE ALERTA	MATERIAL PARTICULADO	
VERDE	COMUNICACIÓN	> 250	PROMEDIO 24 HORAS
AMARILLO	PELIGRO	> 350	PROMEDIO 24 HORAS
ROJO	URGENCIA	> 420	PROMEDIO 24 HORAS
REFERENCIA	VALOR ESTANDAR ECA=150		

Fuente: D.S.N° 009-2003-SA

2.8. 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 3 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.

2.9. INDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE - EPA

El Índice de la Calidad del Aire (AQI por sus siglas en inglés), es un índice par la presentación de informes de calidad del aire diariamente. Te dice lo limpio o contaminado es su aire, y qué efectos en la salud asociados podrían ser una preocupación para usted. 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 ozono a nivel.

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 4 Categorías del Índice de Calidad del Aire - EPA

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

Fuente: Agencia de Protección Ambiental

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 5 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

APITULO III METODOLOGÍA

3.1 Método de Investigación.

3.1.1 Metodología.

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 análisis estadístico – descriptivo.

3.1.2 El método cuantitativo.

Se ha seguido la metodología en función al Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire, en el cual se comparara con los resultados obtenidos en las dos vías de monitoreo (vía sin pavimento y vía con pavimento) con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

3.2 Población y Muestra.

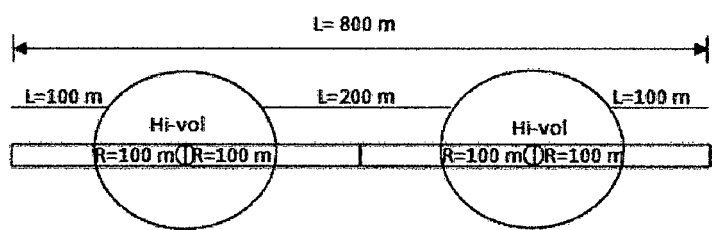
3.2.1 Población.

Se ha considerado la población el área de influencia directa del proyecto de investigación el cual está determinado por la avenida Colonización con una longitud aproximadamente de 800 metros lineales, desde la avenida Lloque Yupanqui hasta la av. Túpac Amaru y el tramo de la av. Antonio Maya de Brito esq. con Lloque Yupanqui hasta la Av. Túpac Amaru el cual tiene una longitud aproximada de 800 metros lineales, haciendo un total de 1600 metros lineales de longitud y un ancho de 200 metros (diámetro de trabajo del Hi-Vol), haciendo un total de 400 metros de ancho entre los dos tramos, aplicando la fórmula para hallar el área de un rectángulo que es largo por ancho, teniendo como resultado; $1600m \times 400m = 640,000$ metros cuadrados aproximadamente.

3.2.2 Muestra.

Se ha tomado como muestra a las dos vías monitoreadas, vía sin pavimento (av. Colonización) y vía con pavimento (av. Maya de Brito).

En cada uno de estas vías se tomó en consideración dos puntos de muestreo, para esto se tomó en cuenta el radio de influencia del equipo que es de 100 metros y el tramo promedio de la vía que es de 800 metros lineales de longitud, con una cobertura de monitoreo del 50 %.



El diagrama representa el radio de influencia del hi-vol de 100 metros en un tramo de 800 metros de longitud, el cual representó la muestra que fue calculado con la fórmula del área de un círculo, teniendo como resultado 31,416 metros cuadrados por punto de monitoreo, considerando 4 puntos distintos de monitoreo en todo el proyecto, se tiene una muestra total de **125,664 metros cuadrados**.

3.2.2.1 Ubicación del área de estudio.

La investigación se realizó en el distrito de Manantay provincia de Coronel Portillo región Ucayali, específicamente la av. Colonización desde el Jr. Lloque Yupanqui hasta la av. Túpac Amaru, con una longitud de 800 metros lineales aproximadamente el cual será denominado “punto blanco”, como también la vía pavimentada ubicada desde la av. Antonio Maya de Brito hasta la av. Túpac Amaru de Manantay con 800 metros de longitud aproximadamente.

Tabla 6 Lugares de estudio con sus coordenadas.

Ítem	Este	Norte	Descripción
1	549649.14	9071927.23	Punto de Monitoreo N°1
2	549728.87	9072264.43	Punto de Monitoreo N°2
3	550595.63	9071697.88	Punto de Monitoreo N°3
4	550644.09	9072118.19	Punto de Monitoreo N°4

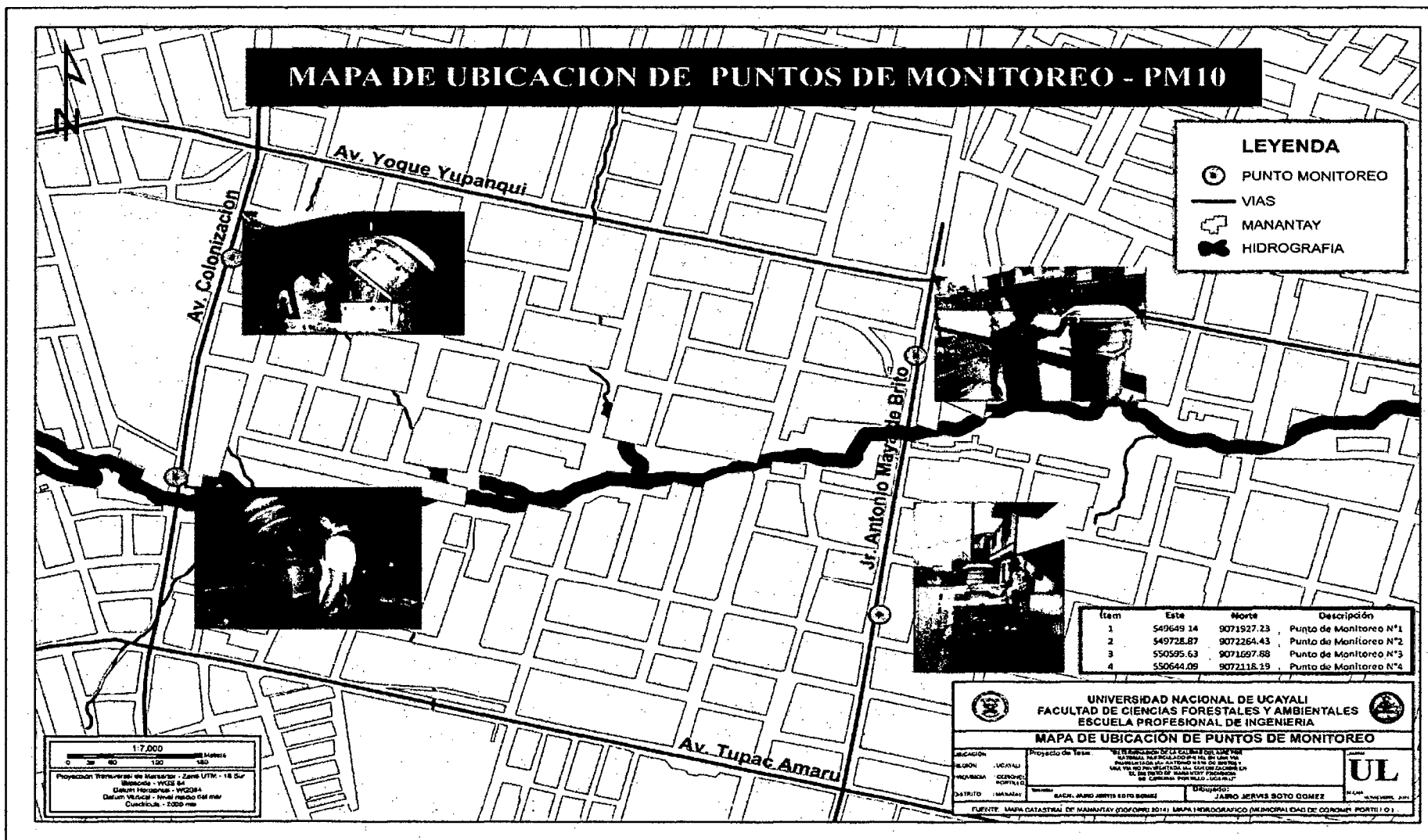


Figura 1 Mapa de ubicación de la Zona de estudio

3.3. Procedimiento de Recolección de Datos.

3.3.1. 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 evaluación de muestras, se ha tomado como referencia la metodología de evaluación de muestras del estudio del protocolo de monitoreo para lo cual se especuló:

- Se consideró un radio de 100 metros alrededor del punto de muestreo.
- Se monitoreó 3 muestreos para el mismo punto tal como se detalla en la imagen satelital.
- Se instaló el equipo HIVOL PM10 de acuerdo a barlovento y sotavento; es decir, de dónde proviene y hacia dónde se dirige el viento.

Para determinar la concentración de partículas se utilizó:

- Antes de empezar cada monitoreo se calculó el peso seco a 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 hizo el muestreo. Paralelo a eso se transportó también el equipo HIVOL, estacas, extensiones, estabilizador, los guantes impermeables, cinta de seguridad, GPS, soplete, silicona y cartillas para el flujo de energía del equipo.

- Estando en el campo se identificaron las coordenadas del punto de muestreo con el GPS, luego se procedió a instalar el equipo HIVOL para ello se colocó la extensión para la transmisión del fluido eléctrico al área de trabajo del equipo. Luego se empezó a limpiar tanto interno como externo el equipo HIVOL con un soplete, 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 7 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 de terminar 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 fórmula:

$$M = PSFM - PSF$$

Donde:

- M : Muestra (Material particulado (gramos))
- PSF : Peso seco filtro antes del monitoreo (gramos)
- PSFM : (Peso seco filtro con muestra después del monitoreo) (gramos)

Tabla 8 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:

- P_f : Presión de Flujo (mm Hg)
- P_a : Presión barométrica o atmosférica durante periodo de muestreo (mm Hg)
- P_o/P_a : Relación de Presiones

Paso 03: Se determinó la rata de flujo actual (Q_a) con la **tabla 9** de cálculo teniendo las siguientes variables:

- Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)
- P_o/P_a (adimensional)

Tabla 9 Cálculo para Rata de Flujo Actual en m^3/min

P_o/P_a	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)				
	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 (Q_a).

Donde:

- Q_a : Rata de Flujo (m^3/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 (PM10)

$$PM_{10} = \frac{M}{V_{STD}}$$

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 la aplicación de las encuestas de manera aleatoria, aquellas personas que se encontraban dentro de las viviendas cercanas al área de influencia directa, durante el periodo de monitoreo, teniendo como resultado 50 personas encuestados correspondiente a un encuestado por vivienda de las 92 viviendas que se encuentran en la vía sin pavimento y 80 personas encuestadas de las 140 viviendas que se encuentran en la vía con pavimento.

3.4. Técnicas e Instrumentos.

3.4.1. Técnica Estadística – Método Gravimétrico.

La técnica utilizada en la investigación fue el de diagnóstico mediante el pesado de fibra de cuarzo luego de la evaluación en campo, durante el tiempo de monitoreo. 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 concentración de material Particulado en los puntos de monitoreo.

3.2.3 Instrumento de Recolección de Datos.

3.2.3.1 Materiales.

- Libreta de campo
- Lápiz.
- Cable industrial
- Carpa de dormir.
- Termómetro.
- Silicona Dow # 316.
- Bolsas Ziploc.
- Filtros de Cuarzos.
- Datos meteorológicos.
- Guantes quirúrgicos.
- Estabilizador.
- Extensión.
- Mapas de ubicación.

3.2.3.2 Equipos

- Hi-Vol.
- Estufa.
- GPS.
- Cámara Digital.
- Laptop.
- Balanza.
- Barómetro.
- Auto.

3.2.3.3 Herramientas

- Comba.
- Estacas.
- Cinta de Seguridad.
- Desarmador de estrellas
- Soplete.

3.3. Tratamiento de Datos

Los datos de pesado de los filtros de fibra de cuarzo en el laboratorio y los datos de parámetros meteorológicos in situ fueron procesados, mediante Programas de Excel.

CAPITULO IV

4.1. RESULTADO Y DISCUSION.

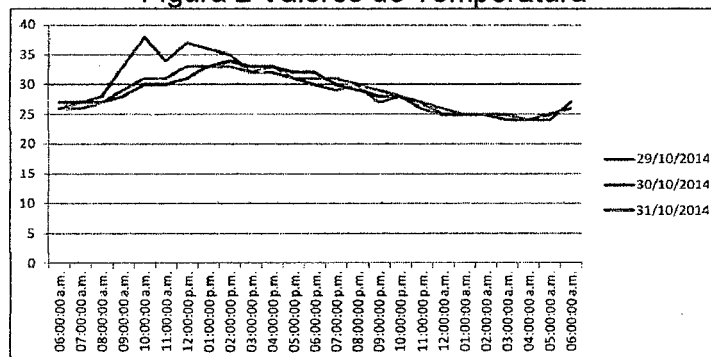
4.1.1. PARAMETROS METEREOLOGICOS EVALUADOS

4.1.1.1. Punto de Monitoreo N°1-Vía sin pavimento

a. Temperatura

Los valores promedio de temperatura registrados en el punto de monitoreo N° 1 fueron de 24°C la temperatura más baja percibida durante los tres días de monitoreo y de 38°C la temperatura más alta (29-10-14). En la siguiente figura, se observa que las temperaturas mínimas se presentan aproximadamente a las 5:00 am y las temperaturas máximas a las 12:00 pm, situación que es típica de la zona de selva.

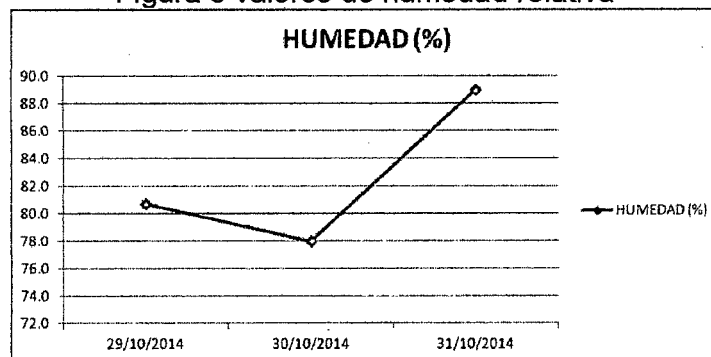
Figura 2 Valores de Temperatura



b. Humedad Relativa

Los valores promedio de humedad relativa registrados en la estación de monitoreo de la Universidad Nacional de Ucayali varían de: 89 % la máxima registrado durante el tercer día de monitoreo y de 78 % la mínima registrada durante el segundo día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente grafico.

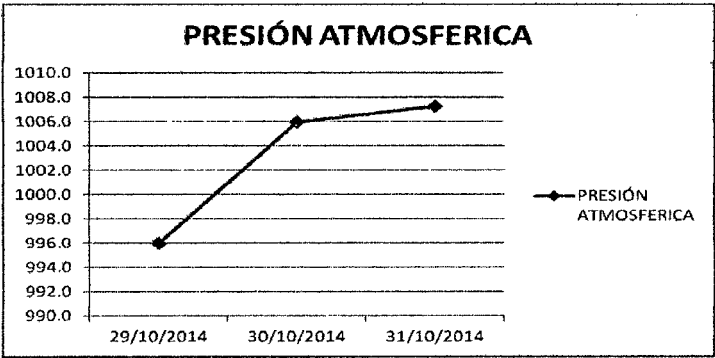
Figura 3 valores de humedad relativa



c. Presión Atmosférica

Los valores promedio de la presión atmosférica registradas durante el periodo de monitoreo fueron de 996 mbar durante el primer día; 1006 mbar durante el segundo y 1007.3 mbar durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

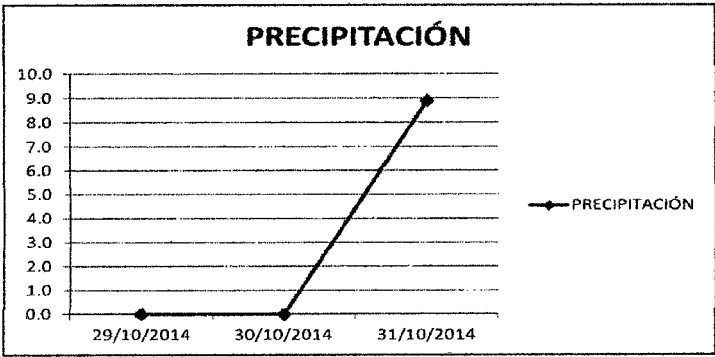
Figura 4 Valores de Presión Atmosférica



d. Precipitación

Los valores promedio de precipitación registrados fue de 0,0 mm durante el primer y segundo día, en el tercer día se registro un valor promedio de 9,0 mm tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5 Valores de Precipitación

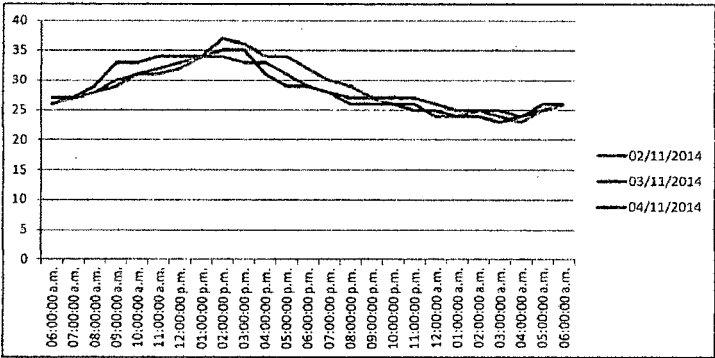


4.1.1.2. Punto de Monitoreo N°2-Vía sin pavimento

a. Temperatura

Los valores promedio de temperatura registrados en el punto de monitoreo N° 2 fueron de 23°C la temperatura más baja percibida durante el segundo y tercer día de monitoreo y de 37°C la temperatura más alta en el tercer día. En la siguiente figura, se observa que las temperaturas mínimas se presentan aproximadamente a las 3:00 am y las temperaturas máximas a las 2:00 pm, situación que es típica de la zona de selva.

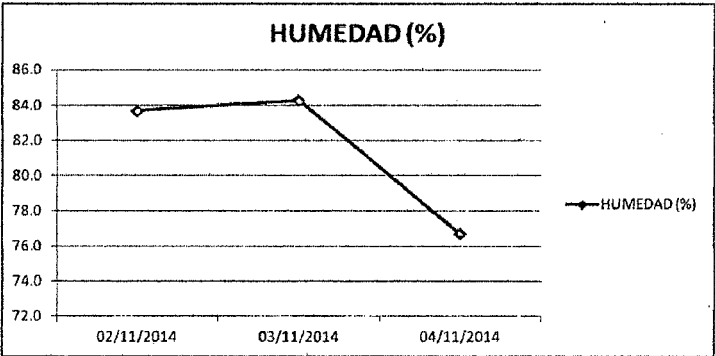
Figura 6 Valores de Temperatura



b. Humedad Relativa

Los valores promedio de humedad relativa registrados en la estación de monitoreo de la Universidad Nacional de Ucayali varían de: 84.3 % la máxima registrado durante el segundo día de monitoreo y de 76.7 % la mínima registrada durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente grafico.

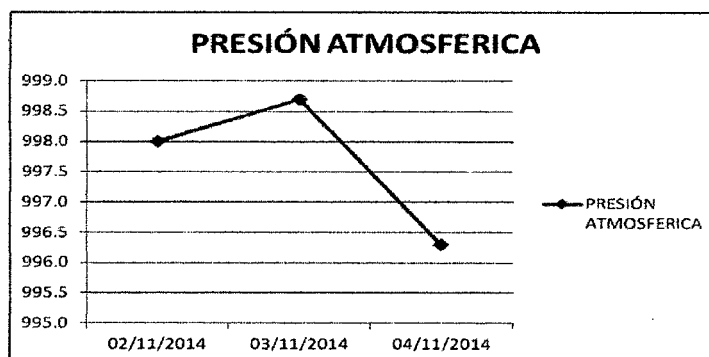
Figura 7 Valores de Humedad Relativa



c. Presión Atmosférica

Los valores promedio de la presión atmosférica registradas durante el periodo de monitoreo fueron de 998 mbar durante el primer día; 998.7 mbar durante el segundo y 996.3 mbar durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

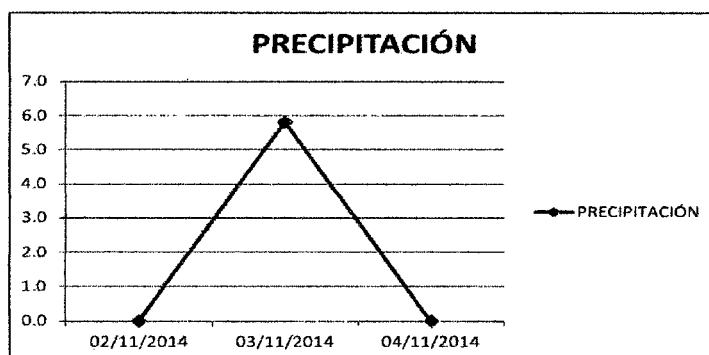
Figura 8 Valores de Presión Atmosférica



d. Precipitación

Los valores promedio de precipitación registrados fue de 0,0 mm durante el primer y tercer día, en el segundo día se registro un valor promedio de 5,8 mm tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9 Valores de Precipitación

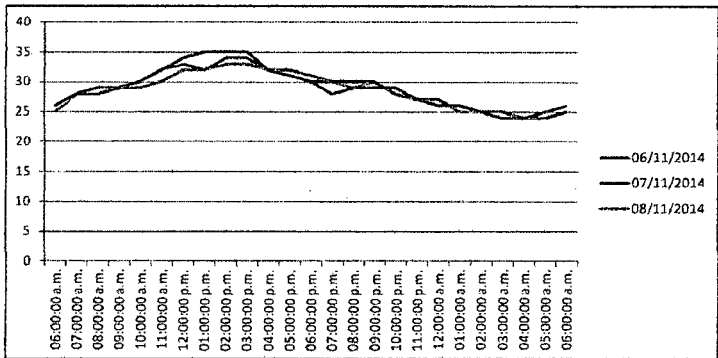


4.1.1.3. Punto de Monitoreo N° 3-Vía con pavimento

a. Temperatura

Los valores promedio de temperatura registrados en el punto de monitoreo N° 3 fueron de 24°C la temperatura más baja percibida durante los tres días de monitoreo y de 35°C la temperatura más alta en el segundo día. En la siguiente figura, se observa que las temperaturas mínimas se presentan aproximadamente a las 4:00 am y las temperaturas máximas a las 1:00 pm, situación que es típica de la zona de selva.

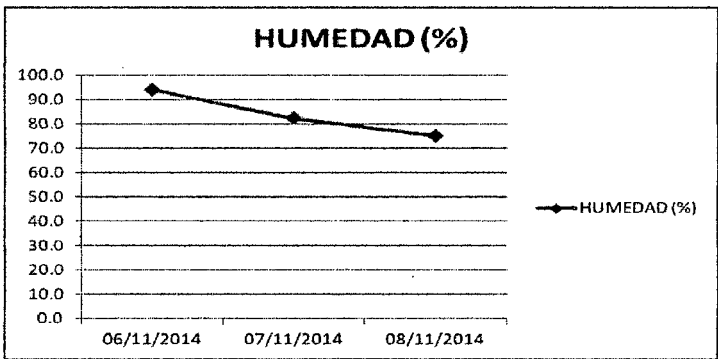
Figura 10 Valores de Temperatura



b. Humedad Relativa

Los valores promedio de humedad relativa registrados en la estación de monitoreo de la Universidad Nacional de Ucayali varían de: 94 % la máxima registrado durante el primer día de monitoreo y de 75 % la mínima registrada durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente grafico.

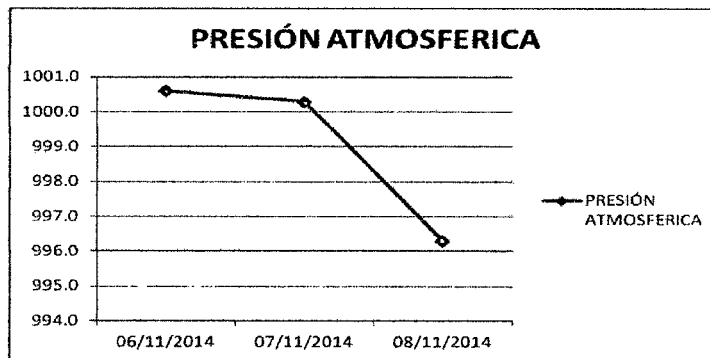
Figura 11 Valores de Humedad Relativa



c. Presión Atmosférica

Los valores promedio de la presión atmosférica registradas durante el periodo de monitoreo fueron de 1000.6 mbar durante el primer día; 1000.3 mbar durante el segundo y 996.3 mbar durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

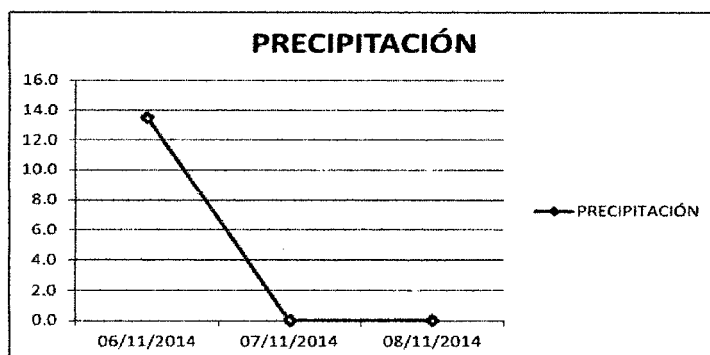
Figura 12 Valores de Presión Atmosférica



d. Precipitación

Los valores promedio de precipitación registrados fue de 13,5 mm durante el primer, en el segundo y tercer día se registro un valor promedio de 0,0 mm tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13 Valores de Precipitación

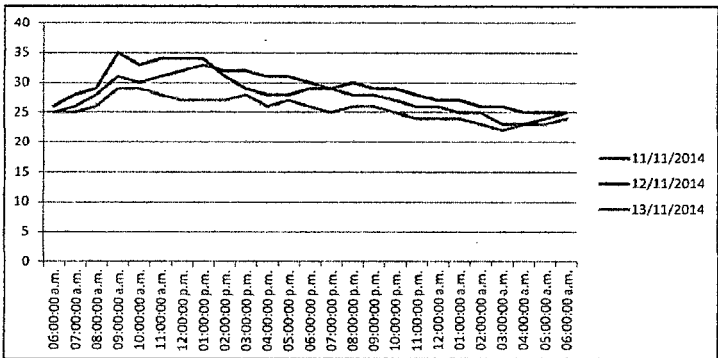


4.1.1.4. Punto de Monitoreo N° 4-Vía con pavimento

a. Temperatura

Los valores promedio de temperatura registrados en el punto de monitoreo N° 4 fueron de 22°C la temperatura más baja percibida durante el primer y tercer día de monitoreo y de 35°C la temperatura más alta en el segundo día. En la siguiente figura, se observa que las temperaturas mínimas se presentan aproximadamente a las 3:00 am y las temperaturas máximas a las 9:00 am, situación que es típica de la zona de selva.

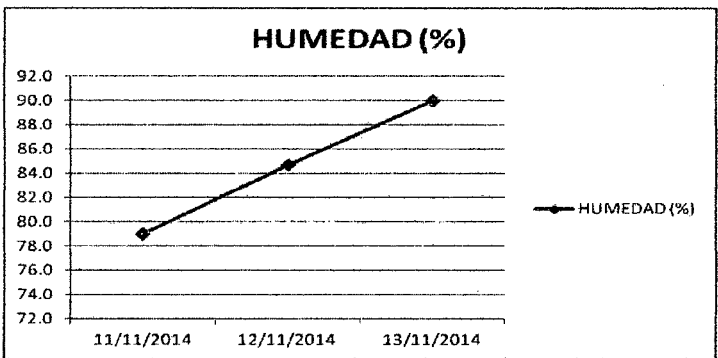
Figura 14 Valores de Temperatura



b. Humedad Relativa

Los valores promedio de humedad relativa registrados en la estación de monitoreo de la Universidad Nacional de Ucayali varían de: 90 % la máxima registrado durante el primer día de monitoreo y de 79 % la mínima registrada durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en el siguiente grafico.

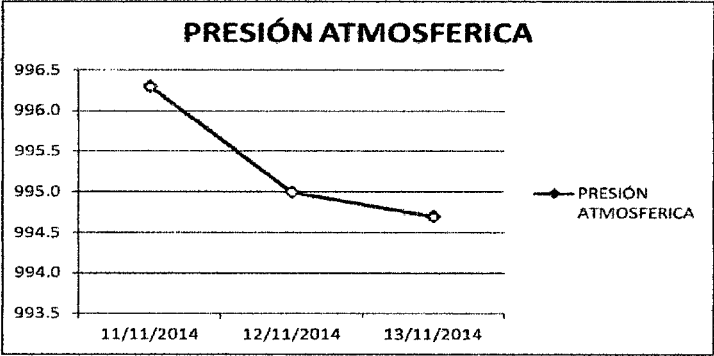
Figura 15 Valores de Humedad Relativa



c. Presión Atmosférica

Los valores promedio de la presión atmosférica en las estaciones de monitoreo fueron de 996,3 mbar durante el primer día; 995 mbar durante el segundo y 994,7 mbar durante el tercer día de monitoreo, tal y como se muestra en la siguiente figura.

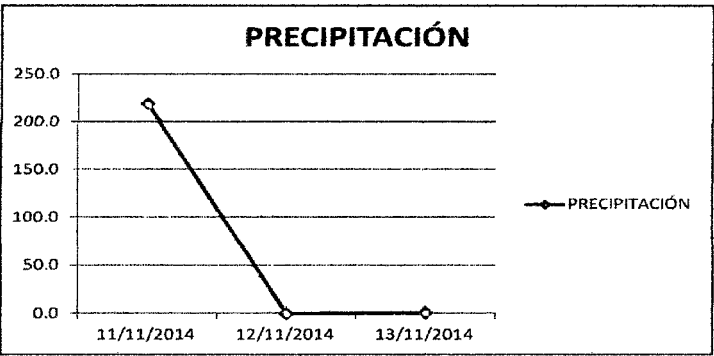
Figura 16 Valores de Presión Atmosférica



d. Precipitación

Los valores promedio de precipitación registrados fue de 219,3 mm durante el primer, en el segundo y tercer día se registro un valor promedio de 0,0 mm tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 17 Valores de Precipitación



4.1.2. Concentración de PM10 en una vía sin pavimento (Av. Colonización).

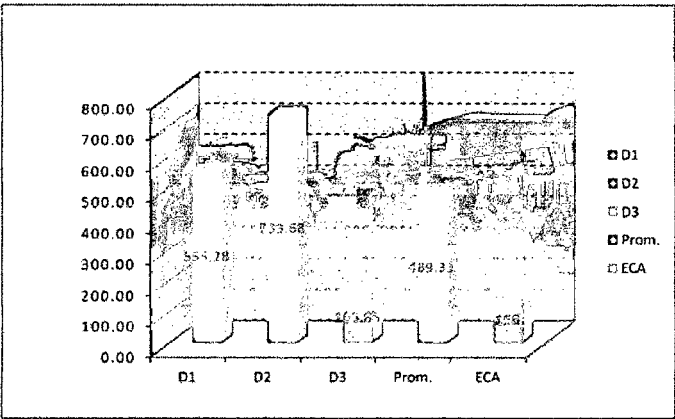
➤ Punto de Monitoreo N° 1

Tabla 10 Concentración de PM10

MUESTREO DE CAMPO_PUNTO N° 1							ANALISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
FECHA	N° DE MUESTRA	HORA INICIAL	HORA FINAL	TIEMPO MEDIDO (min)	FLUJO DE AIRE ESTANDAR (m3/min)	VOLUMEN (m3)	PESO MEDIDO (mg)	CONCENTRACION (ug/m3) 25°C Y 1 Atm.PRESIÓN
29/10/2014 al 30/10/2014	1	07:00 a.m.	07:00 a.m.	1440	1.102	1587.478	0.8815	555.28
30/10/2014 al 31/10/2014	2	07:15 a.m.	07:15 a.m.	1440	1.119	1612.731	0.3976	739.68
31/10/2014 al 01/11/2014	3	07:30 a.m.	07:30 a.m.	1440	1.121	1614.715	0.0892	165.85

El punto de monitoreo N° 01 se evaluó en la Av. Colonización, cercana a la quebrada Yumantay y lugares públicos como el centro de atención primaria Manantay “Red Essalud”.

Figura 18 Concentración de PM10



En la figura 18 se observa que en el día 1 la concentración de material Particulado (PM10) fue de 555.28µg/m³, debido a una transitabilidad aproximada de 7, 924 vehículos, (ver anexo), con un registro de temperatura promedio de 28.1 °C y una humedad relativa de 80.7 % durante el periodo de monitoreo (24 horas). Siendo las condiciones climáticas un factor importante en la dispersión de material Particulado.

La concentración de material Particulado para el día 2 fue de 739.68µg/m³, siendo las más altas concentraciones de PM10 de este punto de monitoreo. Debido a una transitabilidad aproximada de 10, 591 vehículos con un registro de temperatura promedio de 27.8 °C y una humedad relativa de 78.0 % durante el periodo de monitoreo (24 horas).

En el día 3 se registró una concentración de material particulado (PM10) de 165.85µg/m³, debido a una transitabilidad aproximada de 10, 704 vehículos con un registro de temperatura promedio de 29.8 °C y una humedad relativa de 89.0 % con una precipitación 8.9 mm durante el periodo de monitoreo (24 horas). Siendo el parámetro de precipitación determinante para una menor concentración de material Particulado, sin embargo se encuentra con 15.85 µg/m³ mas que el estándar de calidad ambiental.

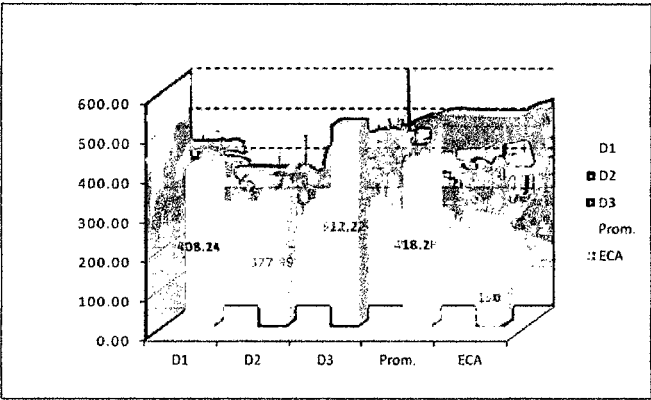
➤ **Punto de Monitoreo N° 2**

Tabla 11 Concentración de PM10

MUESTREO DE CAMPO_PUNTO N° 2							ANALISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
FECHA	N° DE MUESTRA	HORA INICIAL	HORA FINAL	TIEMPO MEDIDO (min)	FLUJO DE AIRE ESTANDAR (m3/min)	VOLUMEN (m3)	PESO MEDIDO (mg)	CONCENTRACION (ug/m3) 25°C Y 1 Atm.PRESIÓN
02/11/2014 al 03/11/2014	1	07:00 a.m.	07:00 a.m.	1440	1.119	1611.80	0.6580	408.24
03/11/2014 al 04/11/2014	2	07:15 a.m.	07:15 a.m.	1440	1.126	1622.28	0.5321	327.99
04/11/2014 al 05/11/2014	3	07:30 a.m.	07:30 a.m.	1440	1.119	1612.20	0.8258	512.22

El punto de monitoreo N° 02 se evaluó en la av. Colonización, frente a la I.E. Agropecuario y a unos 200 metros de ESSALUD.

Figura 19 Concentración de PM10



En la figura 19 se observa que en el día 1 la concentración de material Particulado (PM10) fue de 408.24 µg/m³, debido a una transitabilidad aproximada de 7, 670 vehículos, (ver anexo), con un registro de temperatura promedio de 24.8 °C y una humedad relativa de 83.7 % durante el periodo de monitoreo (24 horas). Siendo las condiciones climáticas un factor importante en la dispersión de material particulado.

La concentración de material particulado para el día 2 fue de 327.99µg/m³, siendo las más baja concentraciones de PM10 de este punto de monitoreo. Debido a una transitabilidad aproximada de 7, 379 vehículos con un registro de temperatura promedio de 25.7 °C y una humedad relativa de 84.3 % con una precipitación de 5.8 mm durante el periodo de monitoreo (24 horas). Siendo el parámetro de precipitación determinante para una menor concentración de material particulado, sin embargo se encuentra por encima del estándar de calidad ambiental.

En el día 3 se registró una concentración de material particulado (PM10) de 512.22µg/m³, siendo en este día la mayor concentración registrada de este punto, debido a una transitabilidad aproximada de 8, 620 vehículos con un registro de temperatura promedio de 27.1 °C y una humedad relativa de 76.7 % durante el periodo de monitoreo (24 horas).

4.1.3. Concentración de PM10 en una vía con pavimento (Av. Maya de Brito).

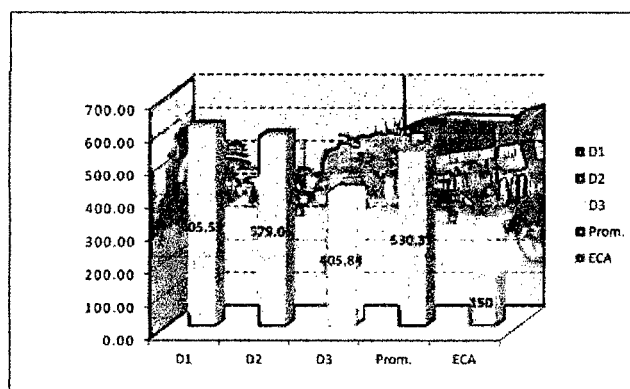
➤ Punto de Monitoreo N° 3

Tabla 12 Concentración de PM10

MUESTREO DE CAMPO_PUNTO N° 3							ANALISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
FECHA	N° DE MUESTRA	HORA INICIAL	HORA FINAL	TIEMPO MEDIDO (min)	FLUJO DE AIRE ESTANDAR (m3/min)	VOLUMEN (m3)	PESO MEDIDO (mg)	CONCENTRACION (ug/m3) 25°C Y 1 Atm.PRESIÓN
06/11/2014 al 07/11/2014	1	07:00 a.m.	07:00 a.m.	1440	1.111	1600.91	0.9694	605.53
07/11/2014 al 08/11/2014	2	07:15 a.m.	07:15 a.m.	1440	1.112	1602.23	0.9278	579.06
08/11/2014 al 09/11/2014	3	07:30 a.m.	07:30 a.m.	1440	1.136	1636.12	0.6640	405.84

El punto de monitoreo N° 03 se evaluó en la av. Maya de Brito, cerca a la I.E. José Abelardo Quiñones y a varios centro comerciales o puestos de ventas.

Figura 20 Concentración de PM10



En la figura 20 se observa que en el día 1 la concentración de material particulado (PM10) fue de $605.53\mu\text{g}/\text{m}^3$, debido a una transitabilidad aproximada de 10, 818 vehículos, (ver anexo), con un registro de temperatura promedio de 24.3°C y una humedad relativa de 94.0 % con una precipitación promedio de 13.5 mm durante el periodo de monitoreo (24 horas). Siendo las condiciones climáticas un factor importante en la dispersión de material particulado.

La concentración de material particulado para el día 2 fue de $579.06\mu\text{g}/\text{m}^3$, debido a una transitabilidad aproximada de 12, 789 vehículos con un registro de temperatura promedio de 25.3°C y una humedad relativa de 82.3 % durante el periodo de monitoreo (24 horas).

En el día 3 se registró la menor concentración de material particulado (PM10) de $405.84\mu\text{g}/\text{m}^3$, debido a una transitabilidad aproximada de 11, 851 vehículos con un registro de temperatura promedio de 27.6°C y una humedad relativa de 75.0 % durante el periodo de monitoreo (24 horas).

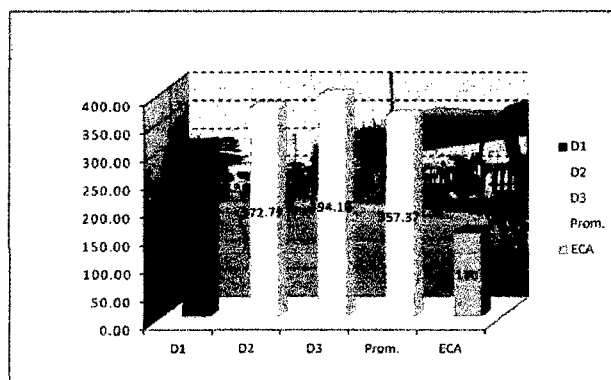
➤ Punto de Monitoreo N° 4

Tabla 13 Concentración de PM10

MUESTREO DE CAMPO_PUNTO N° 4							ANÁLISIS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL
FECHA	N° DE MUESTRA	HORA INICIAL	HORA FINAL	TIEMPO MEDIDO (min)	FLUJO DE AIRE ESTANDAR (m3/min)	VOLUMEN (m3)	PESO MEDIDO (mg)	CONCENTRACION (ug/m3) 25°C Y 1 Atm.PRESIÓN
11/11/2014 al 12/11/2014	1	07:00 a.m.	07:00 a.m.	1440	1.111	1600.91	0.4775	298.27
12/11/2014 al 13/11/2014	2	07:15 a.m.	07:15 a.m.	1440	1.112	1602.23	0.5973	372.79
13/11/2014 al 14/11/2014	3	07:30 a.m.	07:30 a.m.	1440	1.136	1636.12	0.6449	394.16

El punto de monitoreo N° 04 se evaluó en la av. Maya de Brito, cerca al mercado N° 5 de Manantay y a varios centro comerciales o puestos de ventas.

Figura 21 Concentración de PM10



En la figura 21 se observa que en el día 1 la concentración de material particulado (PM10) fue de 298.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo el día menor concentración de pm10 en este punto de monitoreo, debido a una transitabilidad aproximada de 12, 431 vehículos, (ver anexo), con un registro de temperatura promedio de 25.8 °C y una humedad relativa de 79.0 % con una precipitación promedio de 219.3 mm, durante el periodo de monitoreo (24 horas). Siendo el parámetro de precipitación determinante para una menor concentración de material particulado, sin embargo se encuentra por encima del estándar de calidad ambiental.

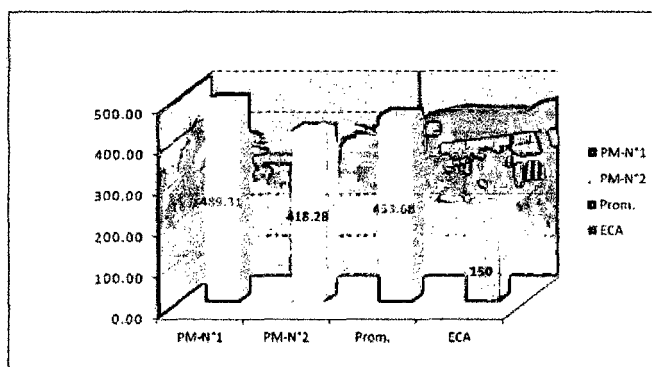
La concentración de material particulado para el día 2 fue de 372.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, debido a una transitabilidad aproximada de 12, 729 vehículos con un registro de temperatura promedio de 27.2 °C y una humedad relativa de 84.7 % durante el periodo de monitoreo (24 horas).

En el día 3 se registró una concentración de material particulado (PM10) de $394.16\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo en este día la mayor concentración registrada de este punto, debido a una transitabilidad aproximada de 12, 856 vehículos con un registro de temperatura promedio de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de 90.0 % durante el periodo de monitoreo (24 horas).

4.1.4. Análisis de la concentración de PM10 en la vía sin pavimento y vía con pavimento

4.1.4.1. Concentración de PM 10 – Vía sin pavimento (Av. Colonización)

Figura 22 Concentración PM10-Vía sin pavimento



En la figura 22 se observa que el punto de monitoreo N° 1 tuvo una concentración de material Particulado de $489.31\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un nivel de alerta considerado como **URGENCIA** mientras que el punto de monitoreo N°2 tuvo una concentración de material Particulado de $418.28\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un nivel de alerta considerado como **PELIGRO** según el **D.S.N° 009-2003-SA**.

El promedio de concentración de material particulado en la vía sin pavimento (Av. Colonización) fue de $453.68\mu\text{g}/\text{m}^3$ encontrándose en un nivel de alerta considerado como **URGENCIA**.

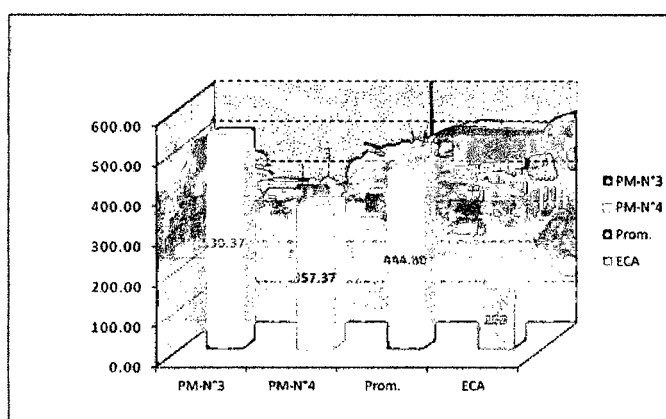
El estudio realizado por la Universidad Nacional de Ucayali mediante el proyecto de investigación "CALIDAD DEL AIRE Y LOS EFECTOS EN LA SALUD POR PM10, EN UN TRAMO DE LA Av. TÚPAC AMARU, DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI-2014"

Los resultados de las concentraciones de PM10 en el distrito de Manantay fueron los siguientes:

- Av. Túpac Amaru entre el Jr. Daniel Alcides Carrión con concentración de $629.04\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Av. Túpac Amaru entre el Jr. 28 de Julio con concentración de $658.69\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Av. Túpac Amaru entre el Jr. Virgen de Tabalosos con concentración de $870.42\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.4.2. Concentración de PM10 – Vía con Pavimento (Av. Maya de Brito)

Figura 23 Concentración PM10-Vía sin pavimento



En la figura 23 se observa que el punto de monitoreo N° 3 tuvo una concentración de material particulado de $530.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un nivel de alerta considerado como **URGENCIA** mientras que el punto de monitoreo N°4 tuvo una concentración de material Particulado de $357.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un nivel de alerta considerado como **PELIGRO** según el **D.S.N° 009-2003-SA**.

El promedio de concentración de material particulado en la vía con pavimento (Av. Maya de Brito) fue de $444.80\mu\text{g}/\text{m}^3$ encontrándose en un nivel de alerta considerado como **URGENCIA**.

La concentración de material particulado en la vía sin pavimento (Av. Colonización) fue de $453.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ esto debido a que en esta vía se presento las condiciones meteorológicas promedio tales como Temperatura: 27.22°C , Humedad Relativa: 82.07% , Presión: 1000.38mb y Precipitación: 2.45mm con un promedio de transitabilidad de 1,724 vehículos durante el periodo de monitoreo, mientras que en la vía con pavimento (Av. Maya de Brito) el promedio de concentración de material particulado fue de $444.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esto debido a que en esta vía se presento las condiciones meteorológicas promedio tales como Temperatura: 26.03°C , Humedad Relativa: 84.17% , Presión: 997.20mb y Precipitación: 38.85mm con un promedio de transitabilidad de 2,225 vehículos durante el periodo de monitoreo, considerando también que las vías de penetración a esta vía con pavimento (Av. Maya de Brito), son vías sin asfalto tales como (Jr. Callería, Jr. Cetico y Barrio Chicago), los cuales tras una alta transitabilidad de vehículos generan mayor partículas suspendidas en la atmosfera, asimismo se determinó una diferencia entre ambas vías de $8.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sin embargo ambas vías se encuentran en un nivel de alerta considerado como **“URGENCIA”**.

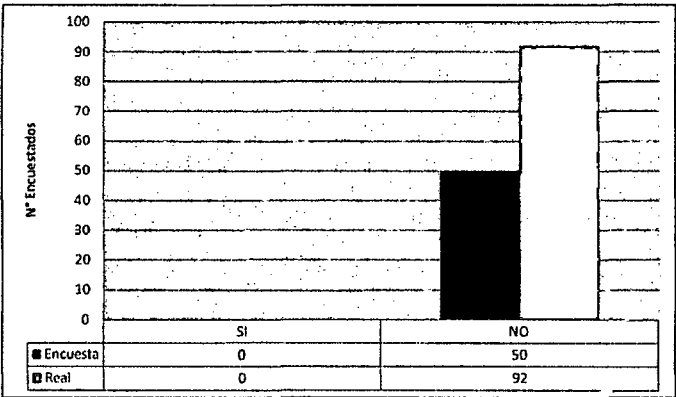
Según el Reglamento de Estándares Nacional de Calidad Ambiental del aire el promedio de concentración de PM10 durante 24 horas es de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$, muy por lo bajo de los resultados obtenidos en la investigación el cual supera aproximadamente 3.02 veces los ECA's aire, con una concentración de $453.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con respecto a la vía sin pavimento y 2.96 veces los ECA's aire, con una concentración de $444.80\text{g}/\text{m}^3$, con respecto a la vía con pavimento.

Mosqueda Hoyos Erika (2014), realizó “Estudio de la calidad de 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-2014” el cual superan 4.7 veces los ECA's aire, con una concentración de $719.38\mu\text{g}/\text{m}^3$, este resultado es 1.58 veces más que el resultado obtenido en este proyecto, debido a que se registro aproximadamente una transitabilidad de más de 3,700 vehículos en la Av. Túpac Amaru durante el periodo de monitoreo y no se registro precipitación alguna.

4.1.5. Encuestas

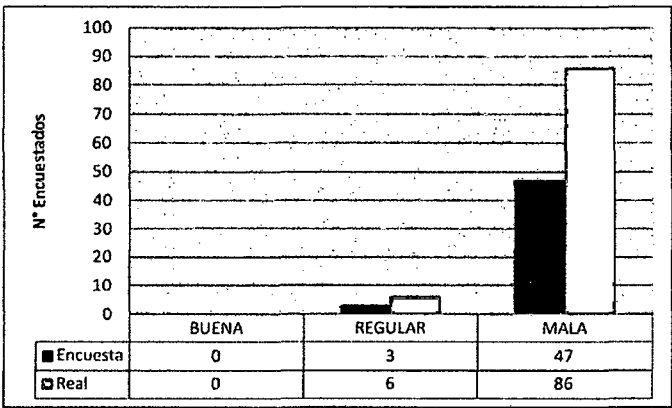
4.1.5.1. Resultados de las encuestas vía – sin pavimento

Figura 24 Conoce usted alguna norma respecto a la contaminación del
aire por polvo



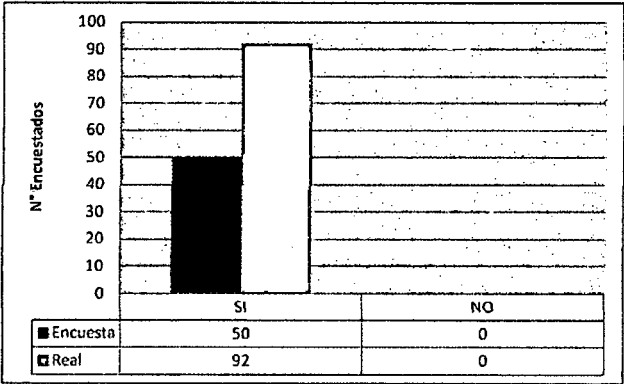
En la figura 24 nos muestra que el total de las personas encuestadas señalan que no conocen ninguna norma respecto a la contaminación del aire.

Figura 25 Como siente usted el nivel de contaminación del aire por su vía



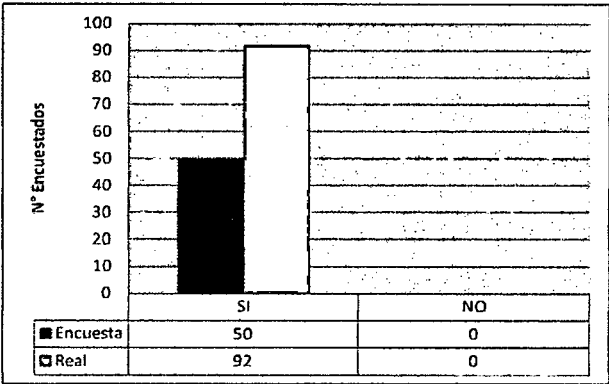
En la figura 25 nos muestra que 3 personas encuestadas consideran como regular el nivel de contaminación del aire por su vía, mientras que 47 personas encuestadas la consideran como mala.

Figura 26 Considera usted que le ha venido afectando a su salud



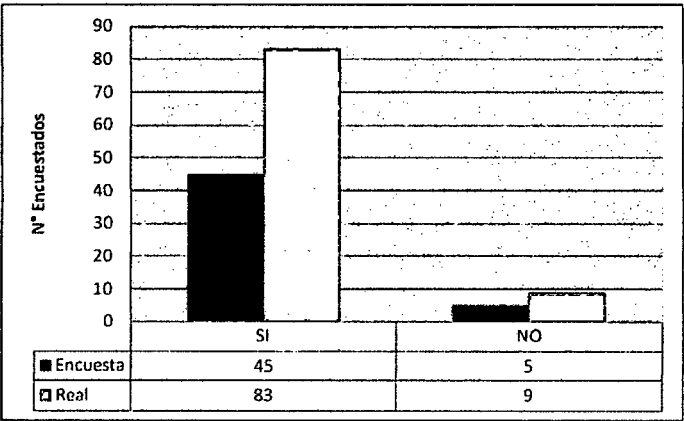
En la figura 26 nos muestra que las 50 personas encuestadas si consideran que la contaminación del aire por su vía les ha venido afectando en su salud.

Figura 27 Considera usted que ha venido afectando sus bienes materiales



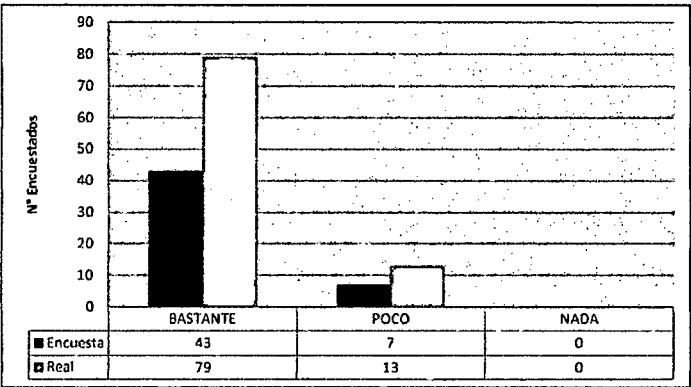
En la figura 27 nos muestra que las 50 personas encuestadas si consideran que la contaminación del aire por su vía les ha venido afectando en sus bienes materiales.

Figura 28 Usted cree que al pavimentar la vía disminuirá la contaminación del aire



En la figura 28 nos muestra que las 45 de las 50 personas encuestadas consideran sí disminuirá la contaminación del aire al pavimentar la vía, mientras que 5 de las personas encuestadas consideran que no.

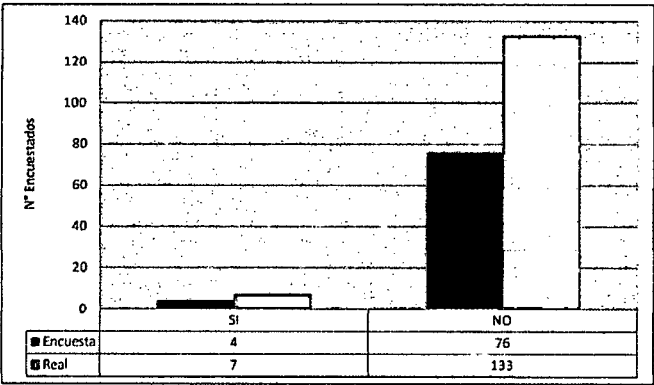
Figura 29 Cuanto cree usted que disminuirá la contaminación del aire



En la figura 29 nos muestra que 43 de las 50 personas encuestadas consideran que disminuirá bastante la contaminación del aire al pavimentar la vía, mientras que 3 de las personas encuestadas consideran que disminuirá poco.

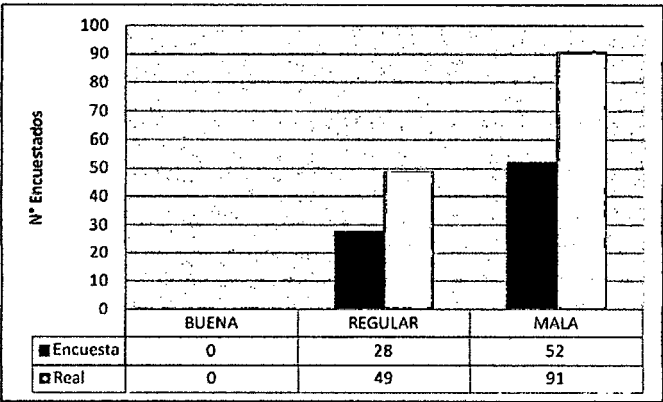
4.1.5.2. Resultados de las encuestas vía – con pavimento

Figura 30 Conoce usted alguna norma respecto a la contaminación del aire por polvo



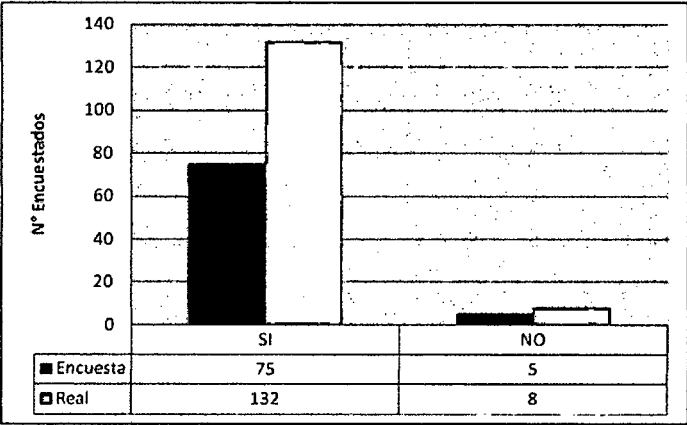
En la figura 30 nos muestra que 4 de las 80 personas encuestadas indican conocer alguna norma respecto a la contaminación del aire, mientras que las 76 personas encuetadas señalan que no conocen ninguna norma respecto a la contaminación del aire.

Figura 31 Como siente usted el nivel de contaminación del aire por su vía



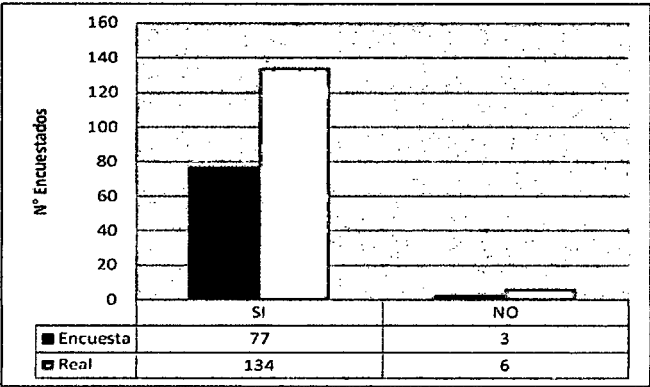
En la figura 31 nos muestra que 28 personas encuestadas consideran como regular el nivel de contaminación del aire por su vía, mientras que 52 personas encuestadas la consideran como mala.

Figura 32 Considera usted que le ha venido afectando a su salud



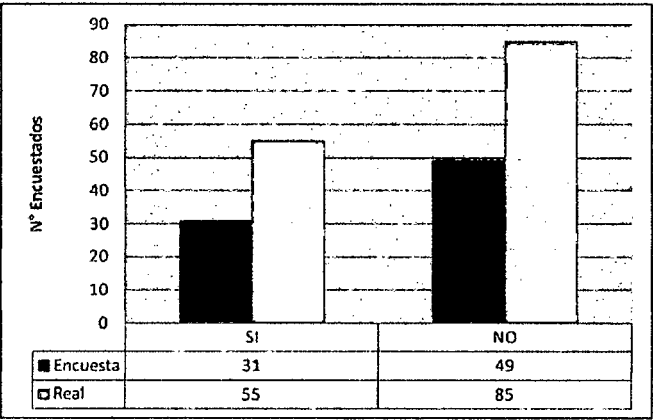
En la figura 32 nos muestra que 75 de las 80 personas encuestadas si consideran que la contaminación del aire por su vía les ha venido afectando en su salud, mientras que 5 personas encuestadas consideran que no.

Figura 33 Considera usted que ha venido afectando sus bienes materiales



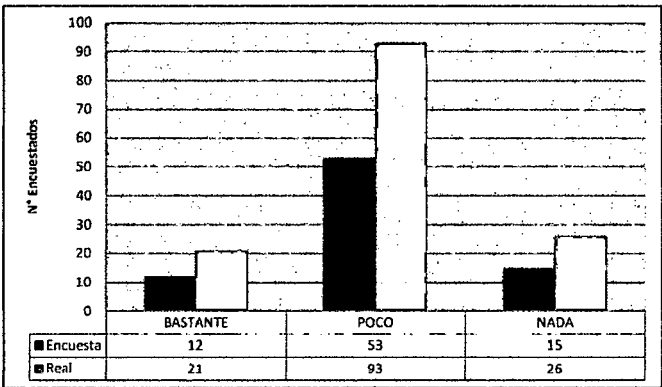
En la figura 33 nos muestra que 77 de las 80 personas encuestadas si consideran que la contaminación del aire por su vía les ha venido afectando en sus bienes materiales, mientras que 3 de las personas encuetadas consideran que no.

Figura 34 Usted cree que al pavimentar la vía ha disminuido la contaminación del aire



En la figura 34 nos muestra que las 41 de las 80 personas encuestadas consideran que ha disminuido la contaminación del aire al pavimentar la vía, mientras que 49 de las personas encuestadas consideran que no.

Figura 35 Cuanto cree usted que ha disminuido la contaminación del aire



En la figura 39 nos muestra que 12 de las 80 personas encuestadas consideran que ha disminuido bastante la contaminación del aire al pavimentar la vía, mientras que 53 de las personas encuestadas consideran que ha disminuido poco y 15 de las personas encuestadas consideran que no ha disminuido.

Las encuestas realizadas revelan que las personas que se encuentran habitando en la vía sin pavimento (Av. Colonización), el 100% de ellas desconocen la existencia de alguna norma respecto a la calidad del aire, mientras que los que habitan en la vía con pavimento (Av. Maya de Brtio), es el

95% de ellas que desconocen, así mismo la percepción de la contaminación y su afectación a la salud del aire por estas zonas son muy altas, según lo revelado en las encuestas del proyecto de investigación "Estudio de la calidad de 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-2014", el cual indica que el 96% de los encuestados consideran que si le ha venido afectando a la salud, mientras que en este proyecto el 100% de los encuestados de la vía sin pavimento y el 94% de los encuestados en la vía con pavimento considera que si les ha venido afectando a la salud.

La percepción de la contaminación del aire por polvo está estrechamente relacionada al tipo de vía en el cual se realizó las encuestas ya que en el presente proyecto de investigación las encuestas revelaron que en la vía con pavimento la percepción de contaminación es de 65% considerado como mala y 35% como regular, mientras que en la vía sin pavimento la percepción de contaminación es mucha más amplia ya que el 94% considera como mala y el 6% como regular.

Los resultados de la vía sin pavimento son respaldados por los resultados de la investigación realizada por Mosquedas Hoyos Erika (2014), "Estudio de la calidad de 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-2014", en el cual se indica como una de las principales fuente de contaminación a las vías sin pavimento. Sin embargo se ha demostrado experimental y científicamente que en ambas vías (Vía con pavimento y Vía sin pavimento), la concentración de material Particulado es de $444.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $453.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales sobrepasan los ECAs de Aire encontrándose además en un nivel de alerta de "URGENCIA".

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

1. La concentración de material particulado (PM10) en la vía sin pavimento (Av. Colonización) es de $453.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estando en un nivel de alerta de **"Emergencia"**. Se comparó la concentración de material particulado (PM10), siendo aproximadamente 3 veces más que la concentración de los ECA aire que es $150\mu\text{g}/\text{m}^3$.
2. La concentración de material particulado (PM10) en la vía con pavimento (Av. Maya de Brito) es de $444.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estando en un nivel de alerta de **"Emergencia"**. Se comparó la concentración de material particulado (PM10), siendo aproximadamente 3 veces más que la concentración de los ECA aire que es $150\mu\text{g}/\text{m}^3$.
3. Las encuestas revelaron que en la vía con pavimento la percepción de contaminación es de 65% considerado como mala y 35% como regular, mientras que en la vía sin pavimento (enripiado) la percepción de contaminación es mucha más amplia ya que el 94% considera como mala y el 6% como regular.

CAPITULO VI

6.1. RECOMENDACIONES

1. Restringir la transitabilidad de los vehículos, capacitar y sensibilizar a la población minimizando el tiempo de exposición de las mismas para evitar riesgos a la salud.
2. Implementar programas de riego y áreas verdes en vías pavimentadas y no pavimentadas para disminuir la suspensión de material particulado y minimizar los daños a la salud.

CAPITULO VII

7.1. 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. Compendio de la Legislación Ambiental Peruana, Volumen V, Calidad Ambiental (MINAM, Actualizado al 31 de mayo de 2010).
5. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2005. Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos.
6. EPA. 2014. Efectos del material particulado. En línea: <http://www.epa.gov/>.
7. EPA. Índice de la Calidad del Aire. En línea: www.airnow.gov.
8. 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.
9. Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, 2005.
10. Manual de Operación. Muestreador de Alto Volumen Termo Fisher Scientific, Inc.
11. Ministerio de Salud – Dirección General de Salud. 2010. Monitoreo de Calidad del Aire en la Ciudad de Pucallpa Marzo del 2010.
12. Mosqueda Hoyos Erika (2014), realizó “Estudio de la calidad de 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-2014”
13. Paula Beatriz, doctoral “Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires” - Martín.
14. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. D.S.074-2001-PCM.
15. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire. D.SN°009-2003-SA.

ANEXO

ANEXO 1 Hoja de datos de campo

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

N° de semana: _____ Verificado por : _____ Muestreo : PTS ☐ PM₁₀ ☐

Operador: _____ Analista de Datos : _____

Nombre / Número de la Estación: _____

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

MUESTREO DE CAMPO ANÁLISIS DE LABORATORIO RESULTADO FINAL

MUESTREO DE CAMPO							ANÁLISIS DE LABORATORIO			RESULTADO FINAL
Fecha	N° 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 presi

Hora Inicial (H.I.) Hora Final (H.F.) Tiempo Medido (T. M.) Caudal Real (Q) Peso Inicial (P. I.) Peso Final (P. F.)

Peso Medido (P. M.) Concentración (c)

OBSERVACIONES:.....

ANEXO 2 Encuesta para la vía sin pavimento

ENCUESTA

PROYECTO: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO (PM 10), EN UNA VIA PAVIMENTADA (AV. ANTONIO MAYA DE BRITO) Y UNA VIA NO PAVIMENTADA (AV. COLONIZACIÓN) EN EL DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI”

VIA SIN PAVIMENTO

1. Conoce usted alguna norma respecto a la contaminación del aire por polvo.
Si ()
No ()
2. Como siente usted el nivel de contaminación del aire por su vía
Buena ()
Regular ()
Mala ()
3. Considera usted que le ha venido afectando a su salud
Si ()
No ()
4. Considera usted que ha venido afectando sus bienes materiales
Si ()
No ()
5. Usted cree que al pavimentar la vía disminuirá la contaminación del aire.
Si ()
No ()
6. Cuanto cree usted que disminuirá la contaminación del aire
Bastante ()
Poco ()
Nada ()

ENCUESTA

PROYECTO: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR MATERIAL PARTICULADO (PM 10), EN UNA VIA PAVIMENTADA (AV. ANTONIO MAYA DE BRITO) Y UNA VIA NO PAVIMENTADA (AV. COLONIZACIÓN) EN EL DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI”

VIA CON PAVIMENTO

1. Conoce usted alguna norma respecto a la contaminación del aire por polvo.
Si ()
No ()
2. Como siente usted el nivel de contaminación del aire por su vía
Buena ()
Regular ()
Mala ()
3. Considera usted que le ha venido afectando a su salud
Si ()
No ()
4. Considera usted que ha venido afectando sus bienes materiales
Si ()
No ()
5. Usted cree que al pavimentar la vía ha disminuido la contaminación del aire.
Si ()
No ()
6. Cuanto cree usted que ha disminuido la contaminación del aire
Bastante
Poco ()
Nada ()

ANEXO 4 Promedio de tránsito de vehículos en la vía con pavimento y la vía sin pavimento

VIA SIN PAVIMENTO-COLONIZACION					
NUMERO DE VEHICULOS/HORA					
N° horas		Turno	N° de Vehiculos	Tiempo (Hora)	
1	1	MAÑANA	718	07:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.
2	2			08:00:00 a.m.	09:00:00 a.m.
3	3			09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.
4	4			10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.
5	5			11:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.
6	6			12:00:00 p.m.	01:00:00 p.m.
7	1	TARDE	517	01:00:00 p.m.	02:00:00 p.m.
8	2			02:00:00 p.m.	03:00:00 p.m.
9	3			03:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.
10	4			04:00:00 p.m.	05:00:00 p.m.
11	5			05:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.
12	6			06:00:00 p.m.	07:00:00 p.m.
13	1	NOCHE	489	07:00:00 p.m.	08:00:00 p.m.
14	2			08:00:00 p.m.	09:00:00 p.m.
15	3			09:00:00 p.m.	10:00:00 p.m.
16	4			10:00:00 p.m.	11:00:00 p.m.
17	5			11:00:00 p.m.	12:00:00 a.m.
18	6			12:00:00 a.m.	01:00:00 a.m.
19	7			01:00:00 a.m.	02:00:00 a.m.
20	8			02:00:00 a.m.	03:00:00 a.m.
21	9			03:00:00 a.m.	04:00:00 a.m.
22	10			04:00:00 a.m.	05:00:00 a.m.
23	11			05:00:00 a.m.	06:00:00 a.m.
24	12			06:00:00 a.m.	07:00:00 a.m.

VIA CON PAVIMENTO-MAYA DE BRITO					
NUMERO DE VEHICULOS/HORA					
N° horas		Turno	N° de Vehiculos	Tiempo (Hora)	
1	1	MAÑANA	338	07:00:00 a.m.	08:00:00 a.m.
2	2			08:00:00 a.m.	09:00:00 a.m.
3	3			09:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.
4	4			10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.
5	5			11:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.
6	6			12:00:00 p.m.	01:00:00 p.m.
7	1	TARDE	467	01:00:00 p.m.	02:00:00 p.m.
8	2			02:00:00 p.m.	03:00:00 p.m.
9	3			03:00:00 p.m.	04:00:00 p.m.
10	4			04:00:00 p.m.	05:00:00 p.m.
11	5			05:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.
12	6			06:00:00 p.m.	07:00:00 p.m.
13	1	NOCHE	1420	07:00:00 p.m.	08:00:00 p.m.
14	2			08:00:00 p.m.	09:00:00 p.m.
15	3			09:00:00 p.m.	10:00:00 p.m.
16	4			10:00:00 p.m.	11:00:00 p.m.
17	5			11:00:00 p.m.	12:00:00 a.m.
18	6			12:00:00 a.m.	01:00:00 a.m.
19	7			01:00:00 a.m.	02:00:00 a.m.
20	8			02:00:00 a.m.	03:00:00 a.m.
21	9			03:00:00 a.m.	04:00:00 a.m.
22	10			04:00:00 a.m.	05:00:00 a.m.
23	11			05:00:00 a.m.	06:00:00 a.m.
24	12			06:00:00 a.m.	07:00:00 a.m.

ANEXO 5 Promedio de parámetros meteorológicos

TIPO DE VIA	ESTACIÓN DE MONITOREO	VALORES PROMEDIO						
		FECHA	TEMPERATURA(°C)	HUMEDAD (%)	VELOCIDAD VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO (puntos cardinales)	PRESION (mb)	PRECIPITACION (mm)
VIA SIN PAVIMENTO	PUNTO DE MONITOREO N°1	29/10/2014	28.1	80.7	3.3	NW	996.0	0.0
		30/10/2014	27.8	78.0	4.0	NW	1006.0	0.0
		31/10/2014	29.8	89.0	4.0	NW	1007.3	8.9
	PUNTO DE MONITOREO N°2	02/11/2014	24.8	83.7	1.0	SE	998.0	0.0
		03/11/2014	25.7	84.3	1.7	N	998.7	5.8
		04/11/2014	27.1	76.7	3.7	NE	996.3	0.0
VIA CON PAVIMENTO	PUNTO DE MONITOREO N°3	06/11/2014	24.3	94.0	2.0	S	1000.6	13.5
		07/11/2014	25.3	82.3	2.0	NW	1000.3	0.0
		08/11/2014	27.6	75.0	3.3	N	996.3	0.0
	PUNTO DE MONITOREO N°4	11/11/2014	25.8	79.0	1.3	NW	996.3	219.3
		12/11/2014	27.2	84.7	1.7	NE	995.0	0.0
		13/11/2014	26	90.0	3.7	NE	994.7	0.3

ICONOGRAFIA

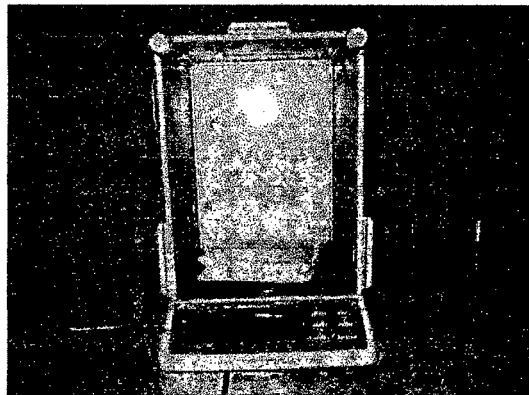
Fotografía 1 Capacitación y reconocimiento del equipo HI-VOL



Fotografía 2 Secado y tratamiento del filtro de fibra de cuarzo



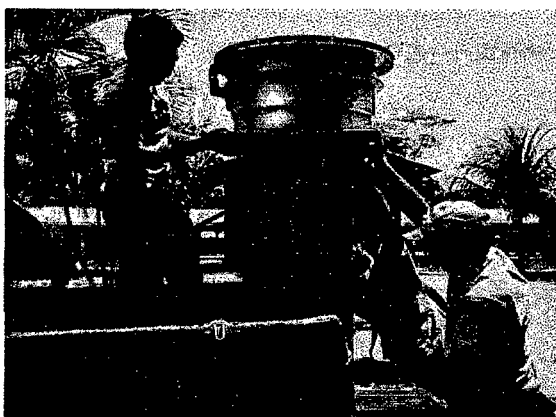
Fotografía 3 Pesado del filtro de fibra de cuarzo



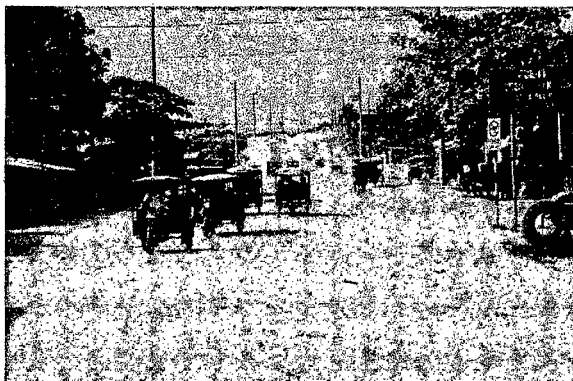
Fotografía 4 Recolección de datos y parámetros meteorológicos



Fotografía 5 traslado del equipo HI-VOL al punto de monitoreo



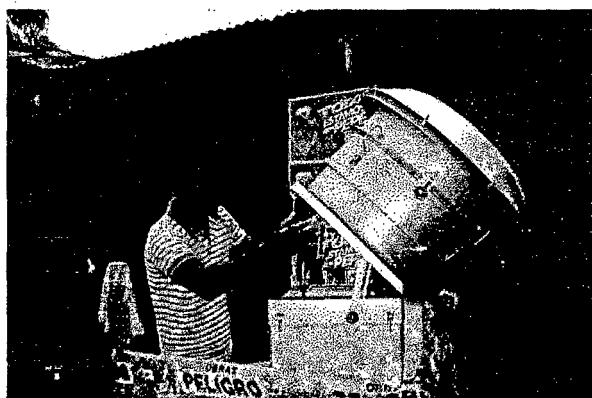
Fotografía 6 Vía sin pavimento



Fotografía 7 Punto de monitoreo N° 1- Vía sin pavimento



Fotografía 8 Punto de monitoreo N° 2- Vía sin pavimento



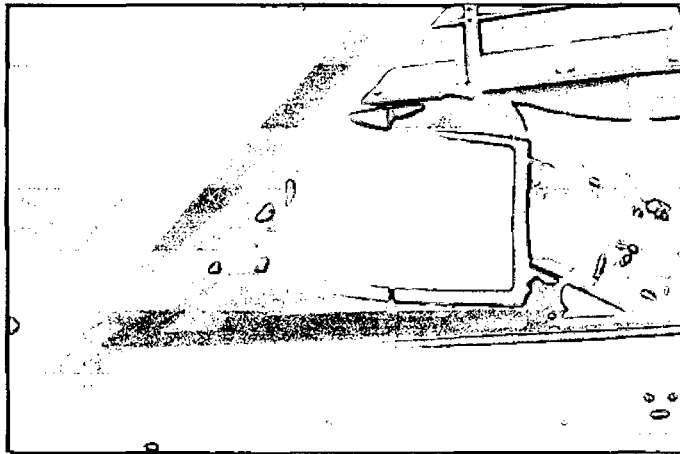
Fotografía 9 Transito en la vía sin pavimento



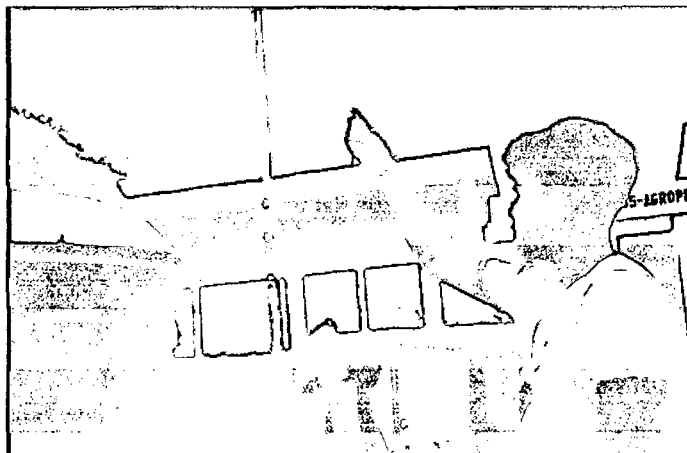
Fotografía 10 Programación del equipo HI-VOL-Vía sin pavimento



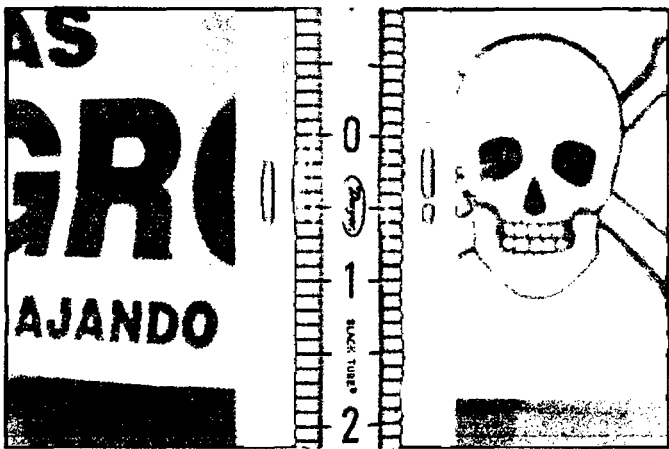
Fotografía 11 Filtro luego del monitoreo _ Vía sin pavimento



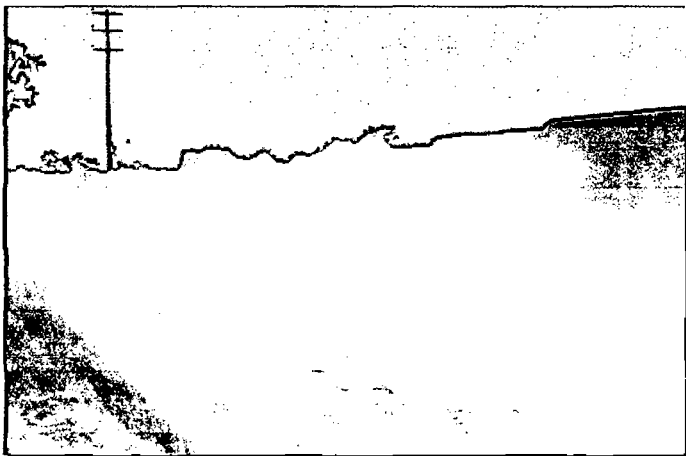
Fotografía 12 Medición de la temperatura ambiente- Vía sin pavimento



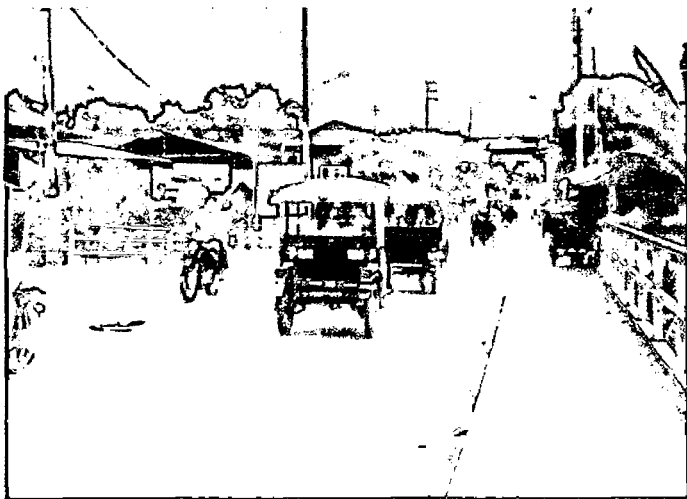
Fotografía 13 Medición de la presión del filtro-Vía sin pavimento



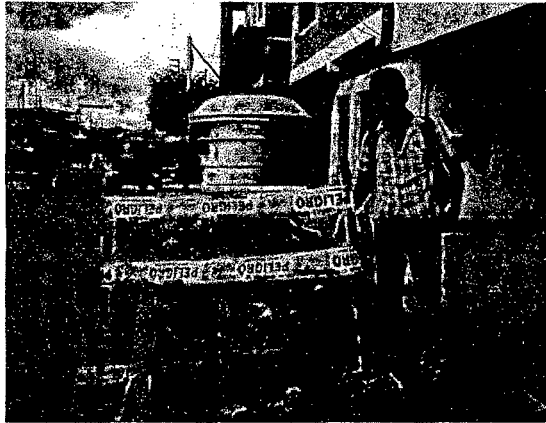
Fotografía 14 Suspensión de material Particulado – Vía sin pavimento



Fotografía 15 Vía con pavimento



Fotografía 16 Punto de monitoreo N° 3- Vía Con pavimento



Fotografía 17 Punto de monitoreo N° 4 – Vía con pavimento



Fotografía 18 Transito en la Vía con pavimento



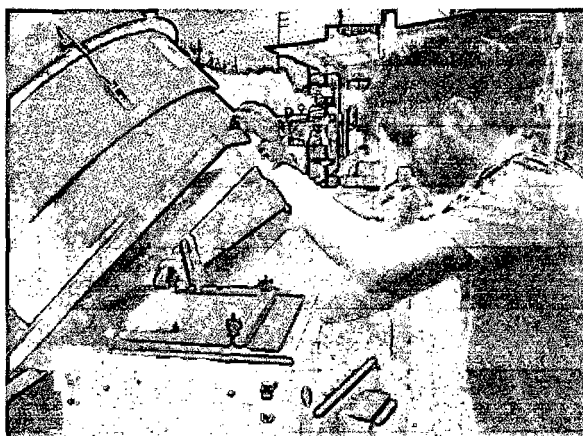
Fotografía 19 Control del flujo volumétrico del HI-VOL-Vía con pavimento



Fotografía 20 Medición de la presión del filtro-Vía con pavimento



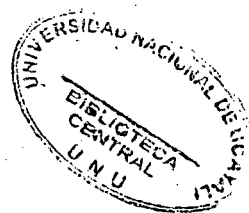
Fotografía 21 Instalación del filtro para monitoreo – Vía con pavimento



Fotografía 22 efectos del material particulado sobre las viviendas



Fotografía 23 Efectos del material particulado sobre la vegetación



Fotografía 24 Efectos a la salud por consumo de alimentos expuestos a la suspensión de material Particulado

