

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



“CALIDAD DEL AIRE Y LOS EFECTOS EN LA SALUD
POR PM 10, EN UN TRAMO DE LA AV. TÚPAC
AMARU, DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE
CORONEL PORTILLO – UCAYALI-2014”

ARTÍCULO CIENTÍFICO

AUTOR : Ing. Erika Madeleine Mosqueda Hoyos
Dr. Grober Panduro Pisco

PUCALLPA-PERÚ
2015

RESUMEN

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

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

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

Palabras clave: Monitoreos, Hi-Vol, análisis gravimétrico, PM10, calidad del aire, contaminación del aire, percepción y Niveles de estados de alerta

SUMARY

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

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

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

Keywords: Monitorings, muestreador of high volume, gravimetric analysis, PM10, quality of the air and Standards National of Environmental quality for air

“CALIDAD DEL AIRE Y LOS EFECTOS EN LA SALUD POR PM 10, EN UN TRAMO DE LA AV. TÚPAC AMARU, DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – UCAYALI-2014”

Erika Madeleine Mosqueda Hoyos: Ingeniero Ambiental Universidad Nacional de Ucayali

Grober Panduro Pisco: Doctor en Ciencias Ambientales y Energías Renovables. M.Sc. en Ecología y Desarrollo Sostenible. Catedrático Asociado Universidad Nacional de Ucayali. Capacitado en Zonificación Ecológica Económica, Gobernanza Forestal, Valoración de Ecosistemas.

INTRODUCCIÓN

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

El estudio se realizó en la Av. Túpac Amaru en el distrito de Manantay, debido a que es una vía principal no pavimentada con alta transitabilidad de vehículos menores, livianos y pesados. El desarrollo del presente estudio, fue con el objetivo de determinar la calidad del aire por material particulado (PM10) y los efectos en la salud de la población, la misma que se llevó a cabo en la Av. Túpac Amaru desde el Jr. Aguaytía al Jr. Virgen de Fátima, en el Distrito de Manantay.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio está ubicada en la Av. Túpac Amaru desde el Jr. Aguaytía hasta el Jr. Virgen de Fátima, en el Distrito de Manantay.

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

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

Población: Para la concentración de PM10 se tomó como referencia la distancia de 1000 metros de longitud por 200 metros de ancho (el radio de evaluación del muestreador Hi-Vol es de 100 metros). Aplicando la fórmula del área del rectángulo (Longitud x Ancho) se obtiene un área total de 20 hectáreas. Para los efectos en la salud Se ha considerado el total de la población que se encuentra dentro del área de influencia que se muestra en la figura 2, según el conteo de viviendas se obtuvo que hay 330 familias con 1650 personas aproximadamente, involucradas en el área de influencia de la investigación.

Muestra: Para la concentración de PM10, se determinó por puntos de muestreo (se tomó 3 puntos) utilizando la fórmula del área del círculo la cual se trabajó con una muestra de tamaño 94, 200 metros cuadrados. Total 3 puntos de muestreo = Área total = 94,200m². Para los efectos de la salud se ha tomado como muestra a 311 personas del área de influencia.

Materiales: se han utilizado libreta de apuntes, Base de datos meteorológicos, Filtros de cuarzo, Silicona líquida, Barómetro, Termómetro, Bolígrafos, Extensión; Silicona Dow #316, guantes, Encuestas, cartilla de flujo. **Equipos,** Hi-Vol PM10, Estufa, Laptop, Cámara Digital, GPS, Balanza de alta precisión, Estabilizador y Furgoneta. **Herramientas,** desarmador estrella, Llave americana, Columna de Seguridad

Los datos de campo (peso de las muestras) fueron sometidos a **Análisis Gravimétrico**, la construcción de graficas se realizó mediante hoja de cálculo Excel.

PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Para determinación de la cantidad de concentración de material particulado (PM10) en la Av. Túpac Amaru.

Se realizó en función al Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos; 2005. Se georreferenció cada punto de muestreo a evaluar: P01: Av. Túpac Amaru/Jr. Daniel Alcides Carrión, P02: Av. Túpac Amaru / Jr. 28 de Julio y P03: Av. Túpac Amaru/ Jr. Virgen de Tabalozos.

Se pesó el papel filtro de cuarzo antes y después de colocarlo en la estufa (el periodo en la estufa es de 24 horas a 105°C)

Se instaló el muestreador de alto volumen (Hi-Vol) en el punto de muestreo, luego se colocó en papel filtro de cuarzo y las cartillas, se midió la temperatura y la presión y por último se dejó instalado en un periodo de 24 horas. Se quitó el papel filtro de cuarzo para proceder al pesado y secado (24 horas) en la estufa.

Para la determinar la cantidad de muestra se realiza la siguiente formula:

$$M = PSF - (PSFM)$$

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 1 Registro de Parámetros del laboratorio

DATOS	UNIDADES
Peso Seco Filtro(PSF)	gramos (g)
Peso seco filtro con muestra (PSFM)	gramos (g)
Muestra (M)	gramos (g)
Muestra (M)	microgramos (µg)

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

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

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

Donde:

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

Paso 02: Se calculó la relación de presión

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

Donde:

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

Pasó 03: Se determinó la rata de flujo actual (Qa) con la **tabla 3** de cálculo teniendo las siguientes variables:

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

Tabla 2 Cálculo para Rata de Flujo Actual en m3/min

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

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

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

Donde:

- Qa: Rata de Flujo (m3/min)

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

$$Qstd = Qa \times \left(\frac{Pa}{760 \text{ mm Hg}} \right) \times \left[\frac{298^\circ\text{K}}{273 + Ta} \right]$$

Donde:

- Pa : Presión barométrica (mm Hg)
- Ta : Temperatura ambiente (°C)
- Qa : Rata de flujo (m³/min)
- Qstd = Rata de flujo en términos de aire estándar (m³/min)

Paso 05: Se determinó el volumen estándar

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

Donde:

- VSTD : volumen estándar (m³)
- Qstd : Rata de flujo en términos de aire standard (m³/min)
- T : Tiempo de monitoreo (min)

Paso 06: Finalmente se determinó la concentración del material particulado (PM10)

$$PM10 = \frac{M}{VSTD}$$

Donde:

- M : Muestra (µg)
- VSTD : Volumen estándar (m³)
- PM10 : Concentración de material particulado menores a 10 micras (µg/m³)

Para determinación de los efectos en la salud por material particulado (PM10) en la Av. Túpac Amaru a través de encuestas

Se realizó la encuesta a 311 personas en cada vivienda del área de influencia del proyecto en los días de monitoreo. A continuación las preguntas realizadas:

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

SI ☐

NO ☐

- **¿Conoce alguna ley o norma sobre contaminación del aire por polvo?**

SI ☐

NO ☐

- **¿Cómo sienten el grado de contaminación del aire en la zona?**

Muy alta

☐

Alta

☐

Media

☐

Baja

☐

No está contaminada

☐

- **¿Cómo considera su estado de salud en la actualidad?**

Muy bueno

☐

Bueno

☐

Regular

☐

Malo

☐

Muy malo

☐

- **¿Cómo afecta la contaminación del aire en la salud?**

Tos

☐

Garganta irritada

☐

Dificultad respiratoria

☐

Dolor de Cabeza

☐

Ardor de ojos

☐

Gripa

☐

Estornudos

☐

Asma

☐

Angustia

Aburrimiento

Molestia

Tristeza

Pesimismo

Agotamiento

Desespero

➤ **¿Quiénes son los más afectados por la contaminación del aire?**

Niños

Jóvenes

Adultos

Ancianos

Mujeres Embarazadas

Enfermos

Toda la población

➤ **¿Cómo percibe que el aire está contaminado?**

Los árboles, plantas y objetos están empolvados

Hay corrosión de metales y daños a las pinturas

Los vidrios se opacan y oscurecen

Los cuellos y las mangas de la ropa se ensucian

Las casas están empolvadas

Hay falta de visibilidad

➤ **¿Cuáles son las fuentes de contaminación?**

El transporte de vehículos menores, livianos y pesados

La quema de basura

Cocinas a leña

Vía no pavimentada

Industrias Madereras

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCENTRACIÓN DE PM10 EN LA AV. TÚPAC AMARU

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

a. Concentración de Material Particulado Punto 01

Tabla 3 Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 01

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

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

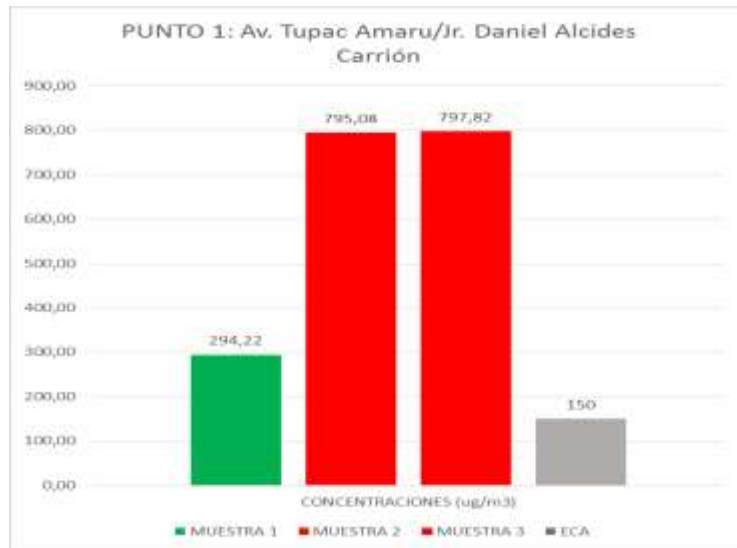


Figura 1. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 01

En la figura 1 se observa que en la muestra 1 la concentración de material particulado (PM10) fue de 294.22µg/m³, esta debido al registro de precipitación a las 12 horas de haberse instalado (3:30 AM) con una duración de 4 horas aproximadamente (7:45 AM), y luego registrando brillo solar a 4 horas aproximadamente (12:00 M); siendo la condiciones climáticas un factor importante en la dispersión de material particulado. La temperatura promedio fue de 28.1°C y hubo transitabilidad de 6304 vehículos durante las 24 horas.

La muestra 2 y muestra 3 registran concentraciones de PM10 de 795,08µg/m³ y 797,82µg/m³ respectivamente, siendo las más altas concentraciones de PM10 en este punto. Las temperaturas promedios fueron de 27.8°C y 27.2°C respectivamente y hubo transitabilidad de 6508 y 6170 vehículos respectivamente durante las 24 horas.

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

b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 1

El estudio realizado por el Gobierno Regional de Ucayali 2010, en la Av. Bellavista (Plaza de armas de San Fernando) tiene como resultado un promedio de PM10 de 239.321µg/m³; estos resultados son 2.6 veces menor aproximadamente que los resultados obtenidos por este proyecto, esto se debe a que vía es pavimentada y las temperaturas fueron menores (25°C, 26.1°C y 27.7°C), en cambio la vía del punto evaluado no es pavimentada y las temperaturas son mayores (28.1°C, 27.87°C y 27.2°C). Los dos puntos tienen características similares que son la alta transitabilidad de vehículos la Av. Bellavista (5992) y la Av. Túpac Amaru (6327), están cerca a industrias forestales, carboneras y hay quema de residuos por los vecinos.

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

a. Concentración de Material Particulado Punto 02

Tabla 4 Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 02

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

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

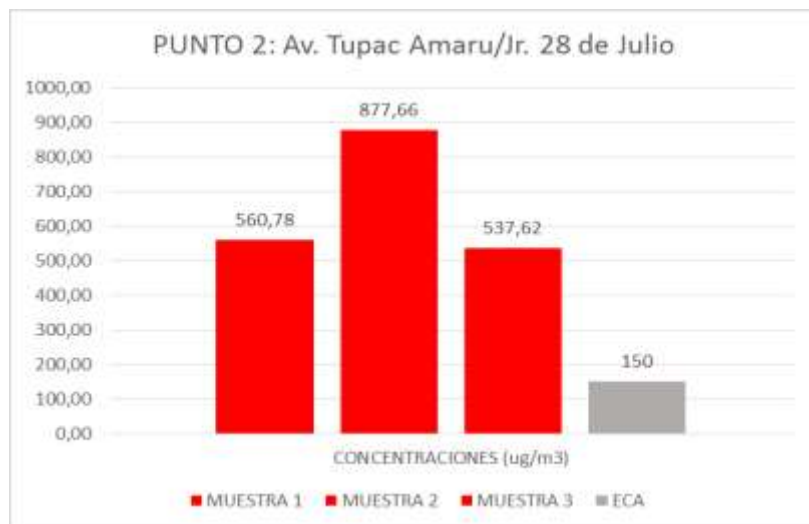


Figura 2. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 02

En la **figura 2** se observa que en la muestra 1 y muestra 3 las concentración de PM10 fueron similares con 560.78µg/m³ y 537.62µg/m³ respectivamente. La muestra 1 registró nubosidad de 2horas (9:30am a 11:30am), registrando después brillo solar, la temperatura promedio fue de 25.2°C y hubo transitabilidad de 6500 vehículos. En la muestra 3 también se registraron nubosidad de 2.5horas (de 1:00pm a 3.30pm), para luego seguir registrando brillo solar, la temperatura promedio fue de 28.5°C y hubo transitabilidad de 6189 vehículos. En la muestra 2 la concentración de PM10 fue de 877.66µg/m³, siendo la más alta concentración de PM10 en este punto, debido al registro de brillo solar fue intenso, la temperatura promedio de 28.7°C y siendo un factor influyente también la transitabilidad de 6810 vehículos.

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

b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 2

El estudio realizado por el Gobierno Regional de Ucayali 2010 en la Carretera Manantay Km 2,500 (frente a la Ex Papelera) tiene como resultado un promedio de PM10 de $187.826\mu\text{g}/\text{m}^3$; estos resultados son 3.5 veces menor aproximadamente que los resultados obtenidos por este proyecto, dado que en esta vía hay menor transitabilidad (3945 vehículos aprox.) que en la Av. Túpac Amaru, puesto que, que en el día de monitoreo registro menores temperaturas (25°C , 24.1°C y 26.7°C); en cambio la vía del punto evaluado tiene mayor transitabilidad (6500 vehículos aprox.) por ser una vía principal y el día de monitoreo registro temperaturas mayores (27°C , 28.7°C y 28.5°C). Aunque los 2 puntos de muestreos comparados tienen características similares que las vías no están pavimentadas, están cerca a industrias forestales, carboneras y la quema de residuos por los vecinos.

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

a. Concentraciones de Material Particulado en el Punto 03

Tabla 5 Concentraciones de PM10 en las 3 muestras del Punto 03

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

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

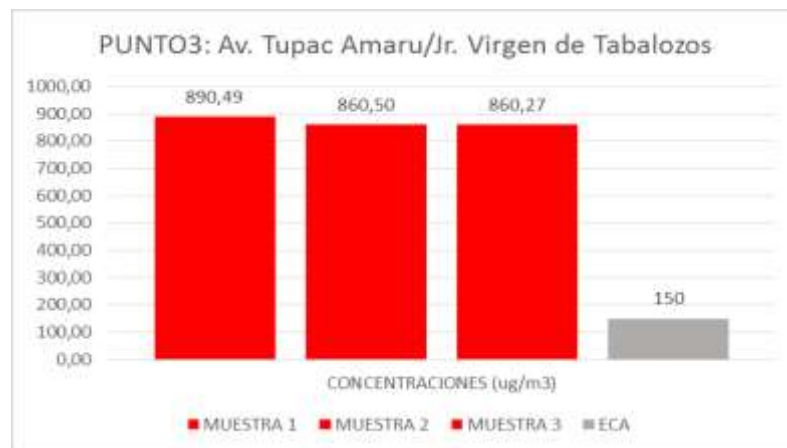


Figura 3. Concentraciones de PM10 en las tres muestras del Punto 03

En la **figura 3** se observa que las muestras 1, 2 y 3, registran concentraciones de PM10 muy elevadas de $890.49\mu\text{g}/\text{m}^3$, $860.50\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $860.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, siendo estas concentraciones las más altas registradas en la Av. Túpac Amaru ya que no se registraron precipitaciones ni nubosidad. En la muestra 1 la temperatura promedio fue de 27.3°C y hubo transitabilidad de 6800 vehículos, en la muestra 2 la temperatura promedio fue de 27.8°C y hubo transitabilidad de 7200 vehículos, y en la muestra 3 la temperatura promedio fue de 29.1°C y hubo transitabilidad de 7117 vehículos.

b. Análisis de la Concentración PM10 en el Punto 03

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

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

De acuerdo al Reglamento de Estándares Nacional de Calidad Ambiental del aire el promedio de concentración de PM10 durante 24 horas es de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo 4.7 veces menor que los resultados de las concentraciones determinado por el proyecto, encontrándose en un nivel de alerta, puesto que la declaración de los estados de alerta del reglamento tiene por objeto activar en forma inmediata un conjunto de medidas destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire que pudieran generar daños a la salud humana. Por otro lado según el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire define que nuestros resultados están en un estado de **emergencia** por ser mayor de $420\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de 24 horas, encontrándose en alto riesgo de afectar seriamente la salud de la población. Las medidas de contingencia son: restricción vehicular, población en sus casas con puertas y ventanas cerradas, suspensión de actividades físicas al aire libre y suspensión de actividades educativas. Asimismo, el Índice de la Calidad del Aire cuenta con categorías, y la categoría que corresponde es **peligroso** simbolizado por el color granate. Esto daría lugar a una advertencia de salud de condiciones de emergencia. Toda la población tiene más probabilidades de ser afectados.

ENCUESTAS

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



Figura 4. Percepción sobre los daños a la salud a causa de la contaminación del aire

En la figura 4 muestra que la población conoce los daños en la salud que causa la contaminación del aire por material particulado, es por ello que de 311 personas encuestadas, 298 personas respondieron que "SI", y 13 personas dijeron que "NO" conocían los daños.

b. Grado de Contaminación del aire según su percepción

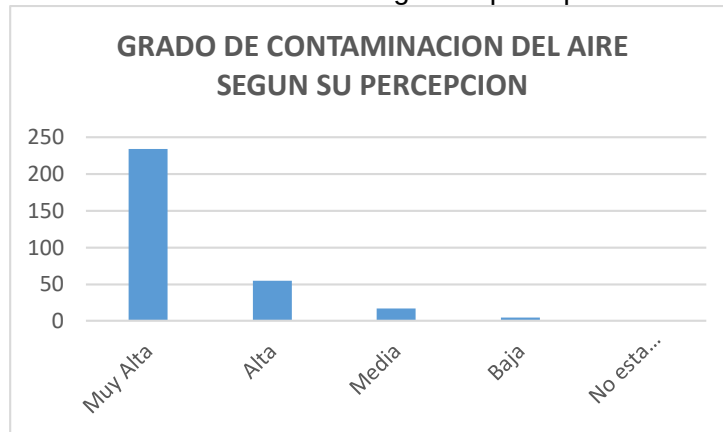


Figura 51. Grado de Contaminación del aire según su percepción

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

c. Estado de Salud

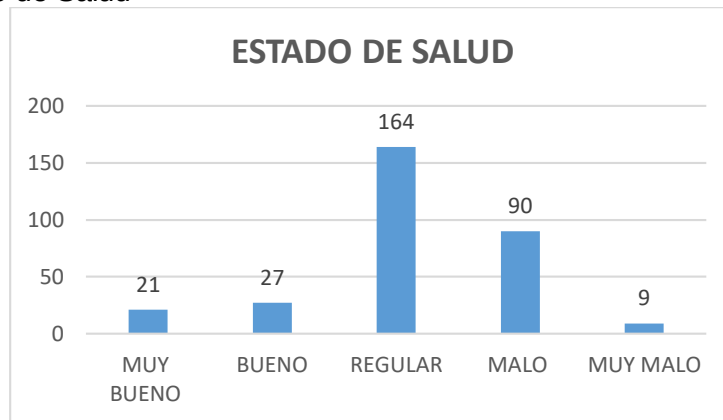


Figura 6. Estado de Salud

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

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

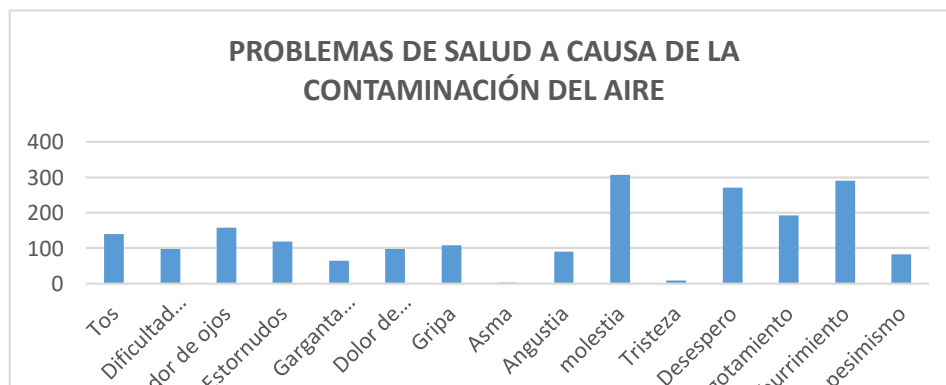


Figura 7. Problemas de Salud a causa de la contaminación del aire

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

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

e. Las personas más afectadas por la contaminación del aire



Figura 8. Las personas más afectadas por la contaminación del aire

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

f. La percepción de la contaminación del aire

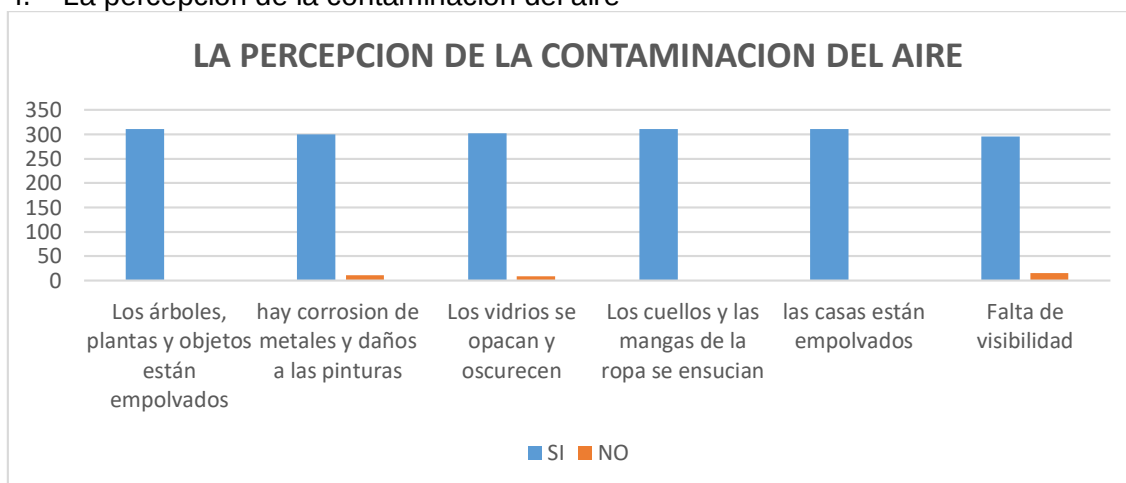


Figura 9. La percepción de la contaminación del aire

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

g. Fuentes de contaminación del aire

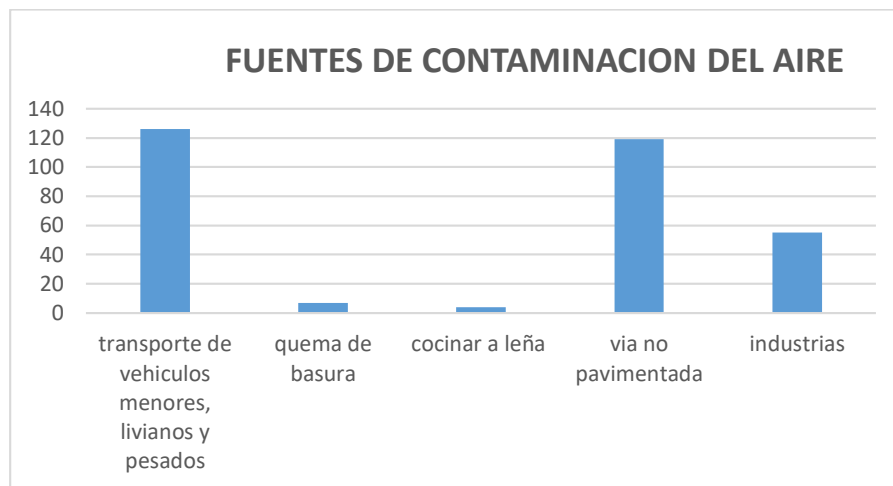


Figura 10. Fuentes de contaminación del aire

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

Análisis de las Encuestas

Según la OMS (2005), el promedio más restrictivo de las Guías de Calidad Ambiental (GCA) de 24 horas para PM₁₀ es de 50µg/m³, en cambio nuestro resultado es 719.38µg/m³ siendo 14 veces más. Por consiguiente, cabe suponer que existe mortalidad de alrededor del 5% efecto que sería motivo de gran preocupación y para el cual se recomendarían medidas correctoras inmediatas. Cabe resaltar que la causa principal de morbilidad del Puesto de Salud Fraternidad es por enfermedades del sistema respiratorio (Anexo 5).

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

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

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

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

CONCLUSIONES

1. La concentración de material particulado (PM10) en las muestras del Punto 1 es $294.22\mu\text{g}/\text{m}^3$, $795.08\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $797.82\mu\text{g}/\text{m}^3$. En el Punto 2 son $560.78\mu\text{g}/\text{m}^3$, $537.62\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $877.66\mu\text{g}/\text{m}^3$. En el Punto 3 son $890.49\mu\text{g}/\text{m}^3$, $860.50\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $860.27\mu\text{g}/\text{m}^3$. Teniendo como mayor concentración de partículas en las muestras del Punto 3, estando en un nivel de alerta de **“emergencia”**
2. Se comparó las concentraciones de PM10 en la Av. Túpac Amaru siendo aproximadamente 14 veces más que las Guías de Calidad de Aire de la OMS ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$), representando un riesgo de mortalidad diaria de más de 5%.
3. La percepción de las personas que viven en la zona señalan que el aire está contaminado, los problemas de salud con frecuencia son las molestias, desespero y el aburrimiento, sin dejar de lado que también tienen agotamiento y ardor de ojos y los más afectados es toda la población y algunos consideran que son solo los niños y las fuentes de contaminación principales en esta vía son el transporte de vehículos y la vía no pavimentada. Sin dejar de lado las industrias madereras que existen cerca de la zona.

RECOMENDACIONES

1. Que las autoridades se preocupen en pavimentar las calles o regar constantemente para minimizar la dispersión de partículas.
2. Realizar mediciones más frecuentes de PM10, para tomar medidas que mitiguen el impacto ambiental negativo en la zona.
3. Realizar más investigaciones que permitan identificar el riesgo a la salud mediante exámenes médicos.
4. Sensibilizar a la población que está expuesta a la contaminación para minimizar los daños a la salud.
5. Motivar a la población expuesta a que rieguen en sus calles, que no quemen basuras y que no deforesten.
6. Reforestar en sus patios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AirNow 2015. Air Quality Now - Pollution Basic. En línea: <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi>
2. ATSDR (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades) 2012. Contaminación atmosférica por material particulado. En línea: <http://atsdr.cdc.gov>
3. Cepsa Perú. 2012. Clima en el Distrito de Manantay.
4. Colectivo Ecologista de Jalisco A.C, Club de Mamas y Question. 2012. Encuesta de Percepción de Riesgo sobre la Calidad del Aire en el AMG.
5. Compendio de la Legislación Ambiental Peruana, Volumen V, Calidad Ambiental (MINAM, Actualizado al 31 de mayo de 2010).
6. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2005. Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos.
7. EPA. 2014. Efectos del material particulado. En línea: <http://www.epa.gov/>
8. EPA. Índice de la Calidad del Aire. En línea: www.airnow.gov

9. GOREU- Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. 2010. Estudio de la Calidad de Aire y Ruido en los Distritos de Callería, Manantay y Yarinacocha.
10. Kirill Ya Kondratyev, Lev S. Ivlev, Vladimir F. Krapivin and Costas A. Varotsos. 2006, *Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry*. Editorial Springer Praxis Book in Environmental Sciences Subject, Russia.
11. Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, 2005.
12. Manual de Operación. Muestreador de Alto Volumen Termo Fisher Scientific, Inc.
13. Ministerio de Salud – Dirección General de Salud. 2010. Monitoreo de Calidad del Aire en la Ciudad de Pucallpa Marzo del 2010.
14. Muñoz et al. 2007. Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud en Adultos que Laboran a Diferentes Niveles de Exposición.
15. OMS. 2005. Guías de Calidad del Aire de la OMS Relativas al Material Particulado, el Ozono, el Dióxido de Nitrógeno y el Dióxido de Azufre.
16. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. D.S.074-2001-PCM.
17. Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire. D.SN°009-2003-SA
18. Silva Vicente, 2010. Contaminación del Aire por Material Particulado (PM10 Y PM 2.5). España. En línea:
http://tallerdearquitecturamexicana.com/observaleon.org/wpcontent/uploads/2010/03/Material-Particulado_Vicente-Silva.pdf