



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA  
AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE  
CONTAMINANTES SÓLIDOS ATMOSFÉRICOS DE TRES  
ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CIUDAD DE IQUITOS,  
MEDIANTE EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO. IQUITOS - 2015”**

**T E S I S**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentado por:

**KING LEE SEMIQUÉ HUARI**

Bachiller en Gestión Ambiental

**IQUITOS – PERÚ**

**2 0 1 5**



**UNAP**

**FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
EN GESTION AMBIENTAL**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**



En Iquitos, a los 30 días del mes de OCTUBRE del dos mil quince, a horas 19:00 H. el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional, intergrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

<b>Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Ing. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Ing. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc.</b>	<b>MIEMBRO</b>


Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, para escuchar la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES SÓLIDOS ATMOSFÉRICOS DE TRES ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CIUDAD DE IQUITOS, MEDIANTE EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO. IQUITOS - 2015", presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental KING LEE SEMIQUE HUARI, para optar el Título Profesional de INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: A SATISFACCION

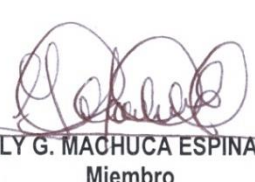
El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La Tesis ha sido APROBADA POR UNANIMIDAD

Siendo las 1:45 P.M. se dio por terminado el acto FELICITANDO al sustentante por su trabajo.

  
Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.  
Presidente

  
Ing. JUAN L. ROMERO VILLACREZ, M.Sc.  
Miembro

  
Ing. GIORLY G. MACHUCA ESPINAR, M.Sc.  
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Tesis aprobada en sustentación pública el día 30 de Octubre del 2015, por el Jurado Ad-Hoc nombrado por la Escuela Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

**INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL**

JURADOS:



---

Ing. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.  
Presidente



---

Ing. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.  
Miembro



---

Ing. GIORLY GEOVANNI MACHUCA ESPINAR, M.Sc.  
Miembro



---

Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.  
Asesor



---

Ing. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.  
Decano



## DEDICATORIA

A **Dios** por estar presente en todo momento de mi vida, por darme fuerza, sabiduría, inteligencia, y sobre todo por cuidarme y ser mi guía en el camino del éxito.

A mi **abuela y tíos**, por brindarme el apoyo, en lo moral, económico, y por estar presente en toda la trayectoria de mí existir, y por brindarme toda la confianza hacia mí persona.

A mi Madre **Betty Sonia Huari Leyva** y mi **Familia Huari Leyva**, por brindarme su amor, cariño y apoyo incondicional, alentándome siempre y en cada momento para salir adelante sin desanimarme.

A mi tío **Eber Ángel Huari Leyva**, por su apoyo, disposición y colaboración para el desarrollo de un buen trabajo de Tesis.

## AGRADECIMIENTO

A **Dios**, que me brindo salud, perseverancia, fortaleza y una maravillosa Familia.

A mi madre **Betty Sonia Huari Leyva** y tío **Eber Ángel Huari Leyva**, que sin su apoyo y ayuda incondicional no pudiera haber logrado mis metas; a ellos un agradecimiento total.

A mi abuela **Matilde**, tío **Eber**, tía **Gladys**, tía **Josefina**, tía **Lucy**, tío **Godofredo**, tía **Graciela**, tía **Nelly**, tía **Indalecia**, tío **Osaem** y mis hermanos **Karol**, **Ervin**, **Neil**, **Fernando**, **Eli**, **Geovanny**, **Maribel** y mis primos **Mayer**, **Jhuniór**, **Elber**, **Ángela**, **Kathy**, **Marjorie**, **Denilson**, **Jhon**, **Erick**, **Jhonny**, **Carmen**, **Cucho**, **Chicho**, **Godó**, **Matilde** y **Amanda**, a todos ellos por brindarme apoyo moral para seguir adelante.

A mis amigos y a las personas que siempre han confiado en mí, durante la trayectoria de la carrera profesional, dándome amor, comprensión y sobre todo ayuda incondicional. Los quiero mucho, "TheBananers"–J-S.

A mi alma mater la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y a cada uno de sus docentes por brindarme los conocimientos que me ayudan a desarrollar mi carrera profesional.

Al **Ing. Jorge Bardales Manrique** por su comprensión y paciencia; y por brindarme sus conocimientos para el adecuado desarrollo de este Proyecto de Tesis.

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>INDICE GENERAL</b> .....	05
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	06
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....	07
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	09
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	11
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	11
1.1.1 Problema .....	12
1.1.2 Hipótesis de la investigación .....	12
1.1.3 Identificación de las variables .....	12
1.1.4 Operacionalización de las variables .....	13
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.2.1 Objetivo general .....	13
1.2.2 Objetivos específicos .....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	14
<b>CAPITULO II: METODOLOGIA</b> .....	15
2.1 MATERIALES .....	15
2.1.1 Ubicación del área de estudio .....	15
2.1.2 Clima .....	16
2.2 MÉTODOS .....	17
2.2.1 Carácter de la investigación .....	17
2.2.2 Diseño de la investigación .....	17
2.2.3 Tipo de investigación .....	17
2.2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	18
<b>CAPITULO III: REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	21
3.1 MARCO TEÓRICO .....	21
3.2 MARCO CONCEPTUAL .....	36
<b>CAPITULO IV: ANALISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS</b> .....	38
4.1 EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) PRÓXIMA A LA ZONA1. PUERTO PESQUERO .....	38
4.2 EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) PRÓXIMA A LA ZONAS 2. AV. PARTICIPACIÓN .....	46

4.3	EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) PRÓXIMA A LA ZONAS 3. CONSTRUCCIÓN .....	55
4.4	CUADRO DE COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) ENTRE LAS TRES ESTACIONES. PUERTO PESQUERO, AV. PARTICIPACIÓN Y CONSTRUCCIÓN .....	63
4.5	CUADRO TRIPTICO DE COMPARACION DE OBJETOS Y MATERIALES, ENCONTRADOS EN ESTEREOSCOPIO DE LAS TRES ESTACIONES. PUERTO PESQUERO, AV. PARTICIPACION Y CONSTRUCCION .....	65
	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	66
5.1	CONCLUSIONES .....	66
5.2	RECOMENDACIONES .....	67
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	68
	<b>ANEXO</b> .....	70

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Identificación de las Variables de Estudio .....	13
Cuadro N° 02: Peso de las muestras en la zona 1. Puerto Pesquero .....	40
Cuadro N° 03: Cuadro de regresión (r) de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 1 "Puerto Pesquero" .....	46
Cuadro N° 04: Cuadro de coeficiente de determinación ( $r^2$ ), de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 1 "Puerto Pesquero" .....	47
Cuadro N° 05: Peso de las muestras en la zona 2. Av. Participación .....	47
Cuadro N° 06: Cuadro de regresión (r) de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 2 "Av. Participación" .....	54
Cuadro N° 07: Cuadro de coeficiente de determinación ( $r^2$ ), de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 2 "Av. Participación" .....	54
Cuadro N° 08: Peso de las muestras en la zona 3. Construcción .....	55
Cuadro N° 09: Cuadro de regresión (r) de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 3 "Construcción" .....	62
Cuadro N° 10: Cuadro de coeficiente de determinación ( $r^2$ ), de Variabilidad de los elementos meteorológicos en zona 3 "Construcción" .....	62
Cuadro N° 11: Cuadro comparativo de las tres zonas en las semanas de evaluación .....	63
Cuadro N° 12: Cuadro tríptico comparativo de las tres zonas en las semanas de evaluación .....	65

## INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico N° 01. Curva de líneas de muestras en la zona 1. Puerto Pesquero .....	39
Gráfico N° 02. Histograma de frecuencias y Peso de las muestras de CSA en la zona 1 Puerto Pesquero.....	40
Gráfico N° 03. Peso de muestra versus humedad relativa .....	41
Gráfico N° 04. Regresión lineal del peso de la muestra versus humedad relativa.....	41
Gráfico N° 05. Peso de muestra versus temperatura media .....	42
Gráfico N° 06. Regresión lineal del peso de la muestra versus temperatura media .....	42
Gráfico N° 07. Peso de muestra versus precipitación.....	43
Gráfico N° 08. Regresión lineal del peso de la muestra versus precipitación .....	43
Gráfico N° 09. Peso de muestra versus velocidad de viento .....	44
Gráfico N° 10. Regresión lineal del peso de la muestra versus velocidad de viento .....	44
Gráfico N° 11. Curva de líneas de muestras en la zona 2 Av. Participación.....	46
Gráfico N° 12. Histograma de frecuencias y Peso de las muestras de CSA en la zona 2. Av. Participación.....	47
Gráfico N° 13. Peso de muestra versus humedad relativa .....	48
Gráfico N° 14. Regresión lineal del peso de la muestra versus humedad relativa.....	49
Gráfico N° 15. Peso de muestra versus temperatura media .....	49
Gráfico N° 16. Regresión lineal del peso de la muestra versus temperatura media .....	50
Gráfico N° 17. Peso de muestra versus precipitación.....	50
Gráfico N° 18. Regresión lineal del peso de la muestra versus precipitación .....	51
Gráfico N° 19. Peso de muestra versus velocidad de viento .....	51
Gráfico N° 20. Regresión lineal del peso de la muestra versus velocidad de viento .....	52
Gráfico N° 21. Curva de líneas de muestras en la zona 3. Construcción .....	54
Gráfico N° 22. Histograma de frecuencias y Peso de las muestras de CSA en la zona 3. Construcción.....	55
Gráfico N° 23. Peso de muestra versus humedad relativa .....	56
Gráfico N° 24. Regresión lineal del peso de la muestra versus humedad relativa.....	56
Gráfico N° 25. Peso de muestra versus temperatura media.....	57
Gráfico N° 26. Regresión lineal del peso de la muestra versus temperatura media .....	57
Gráfico N° 27. Peso de muestra versus precipitación.....	58
Gráfico N° 28. Regresión lineal del peso de la muestra versus precipitación .....	58
Gráfico N° 29. Peso de muestra versus velocidad de viento .....	59
Gráfico N° 30. Regresión lineal del peso de la muestra versus velocidad de viento .....	59
Gráfico N° 31. Curva de líneas de muestras en lastres zonas.....	62



## INDICE DE IMAGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen N° 01. Ciudad de Iquitos – Zona de evaluación .....	16
Imagen N° 02. Diseño de la caseta para colocar como estación de muestreo.....	69
Imagen N° 03. Pintado de la caseta estación N°1. Pesquero. ....	69
Imagen N° 04. Pintado de la caseta estación N°2. Av. Participación.....	69
Imagen N° 05. Pintado de la caseta estación N°3. Construcción.....	69
Imagen N° 06. Georreferenciación de la estación N°1. Puerto Pesquero.....	70
Imagen N° 07. Georreferenciación de la estación N°2. Av. Participación .....	70
Imagen N° 08. Georreferenciación de la estación N°2. Construcción.....	70
Imagen N° 09. Rotulación de las Placas 10x10cm <sup>2</sup> , para su correspondiente pesado en la balanza analítica. CIRNA – UNAP.....	71
Imagen N° 10. Pesado solo las Placas 10x10cm <sup>2</sup> , en la balanza analítica. CIRNA – UNAP. ....	71
Imagen N° 11. Pesado las Placas 10x10cm <sup>2</sup> , con aceite Poliglicol (Aceite para freno de moto) en la balanza analítica. CIRNA – UNAP.....	71
Imagen N° 12. Colocación de las placas ya pesados en el multiusos para su traslado a la estación de muestreo. CIRNA – UNAP. ....	71
Imagen N° 13. Observación de las placas con muestra en el Estereoscopio; Facultad de Forestales – Área de Bioquímica, encargado Blgo. Mara Para.....	72
Imagen N° 14. Observación de las placas con muestra de las tres estaciones en el Estereoscopio .....	72
Imagen N° 15. Monitoreo de la Estación N°1. Puerto Pesquero, y Observación de las placas .....	73
Imagen N° 16. Monitoreo de la Estación N°2. Av. Participación, y Observación de las placas. ....	73
Imagen N° 17. Monitoreo de la Estación N°3. Construcción, y Observación de las placas .....	73
Imagen N° 18. Datos meteorológicos del mes de Marzo brindados por SENAMHI .....	74
Imagen N° 19. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Solidos Atmosféricos (CSA) en la Estación N°1 Puerto Pesquero. ....	75
Imagen N° 20. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Solidos Atmosféricos (CSA) en la Estación N°2 Av. Participación.....	76
Imagen N° 21. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Solidos Atmosféricos(CSA) en la Estación N°3 Construcción .....	77
Imagen N° 22. Datos de las muestras de (CSA) de las tres Estaciones transportando los datos al programaSPSS–VistadeVariables. ....	78
Imagen N° 23. Datos de las muestras de (CSA) de las tres Estaciones transportando los datos al programaSPSS–VistadeDatos.....	78

## INTRODUCCIÓN

El cuidado del ambiente es sin duda alguna, uno de los temas, que más ha ganado terreno en los últimos años, dentro de las preocupaciones de los gobiernos y organismos internacionales; los eventos que a nivel mundial se desarrollan alrededor de la temática ambiental buscando el compromiso de los países. Dentro de los diversos temas que envuelve el cuidado del ambiente, la contaminación atmosférica es uno de los más importantes, por los efectos que tiene sobre la salud de la población y los costos económicos que ello genera.

En los países en vías de desarrollo, el crecimiento de la población, el dinamismo de la economía y el aumento del parque vehicular son factores que inciden sobre el aumento en los niveles de contaminación atmosférica, superando en la mayoría de los casos los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (**OMS**). De acuerdo con esta organización, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados, más de la mitad de las cuales recae en las poblaciones de los países en desarrollo y en vías de desarrollo.

En el Perú, El Departamento de Loreto, la ciudad de Iquitos se encuentra en constante desarrollo urbano, el exceso de población y de la actividad comercial - industrial, junto con ciertos factores geográficos y meteorológicos, generan graves problemas de contaminación atmosférica; la contaminación atmosférica afecta principalmente al sistema respiratorio, pero también a la piel, ojos y otros sistemas del cuerpo. Causando efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante.

Los estudios de partículas atmosféricas muestran que su distribución es a menudo bimodal, es decir las partículas se componen de dos fracciones separadas, una fina y una gruesa. Las partículas gruesas, alrededor de 2,5  $\mu\text{m}$  y superior, están compuestas de polvos naturales por efecto del viento,

de la erosión, de plantas, de volcanes, etc. La fracción más fina, compuesta de las partículas inferiores a  $2,5\ \mu\text{m}$ , consta sobre todo de partículas de la actividad humana en forma de productos de combustión, de emisiones de vehículos y de otros procesos.

En la actualidad se ha puesto un mayor interés en las partículas ultra finas (diámetro inferior a  $0,1\ \mu\text{m}$ ), debido a que son poco solubles, pueden desplazarse desde los pulmones hasta la sangre, y posteriormente a otras partes del cuerpo. **(GEO 4)**.

Ante esta problemática se pretende brindar información de la situación actual de estos contaminantes en las diferentes zonas de evaluación, mediante la aplicación del método gravimétrico mediante captación de partículas en envases abiertos.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE

#### 1.1.1 Problema

La ciudad de Iquitos en constante desarrollo urbano, el exceso de población y de la actividad comercial e industrial, junto con ciertos factores geográficos y meteorológicos, generan graves problemas de contaminación atmosférica; la contaminación atmosférica afecta principalmente al sistema respiratorio, pero también a la piel, ojos y otros sistemas del cuerpo.

La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante.

Los efectos agudos más comunes son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles.

Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos.

El tamaño de las partículas se indica a menudo en  $\mu\text{m}$  (micras)  $1\mu\text{m}=10^{-6}$  m. Las partículas en la atmósfera varían entre tamaños de menos de 0,01  $\mu\text{m}$  hasta objetos del tamaño de hojas e insectos.

Los estudios de partículas atmosféricas muestran que su distribución es a menudo bimodal, es decir las partículas se componen de dos fracciones separadas, una fina y una gruesa.

Las partículas gruesas, alrededor de 2,5  $\mu\text{m}$  y superior, están compuestas de polvos naturales por efecto del viento, de la erosión, de plantas, de volcanes, etc. La fracción más fina, compuesta de las partículas inferiores a 2,5  $\mu\text{m}$ , consta sobre todo de partículas de la actividad humana en forma de productos de combustión, de emisiones de vehículos y de otros procesos.

Ante esta problemática se pretende brindar información de la situación actual de estos contaminantes en las diferentes zonas de evaluación, mediante la aplicación del método gravimétrico mediante captación de partículas en envases abiertos.

#### **Definición del problema:**

¿De qué modo la Evaluación de las concentraciones de los contaminantes sólidos atmosféricos de las tres estaciones de monitoreo en la ciudad de Iquitos, contribuyen a mejorar los procesos de gestión de estos contaminantes?

#### **1.1.2 Hipótesis**

##### **Hipótesis general**

La evaluación de las concentraciones de los contaminantes sólidos atmosféricos de las tres estaciones de monitoreo en la ciudad de Iquitos permite la implementación de indicadores de gestión sobre los contaminantes atmosféricos.

#### **1.1.3 Variables**

##### **VARIABLE INDEPENDIENTE (X):**

$X_1$ = Evaluación de 3 estaciones de monitoreo para los contaminantes sólidos atmosféricos en la ciudad de Iquitos.

**VARIABLE DEPENDIENTE (Y):**

$Y_1$  = Datos meteorológicos

$Y_2$  = Peso de las muestras.

**1.1.4 Operacionalización de las variables****Cuadro N° 01. Identificación de las Variables de Estudio**

VARIABLES	INDICADORES	INDICES
<b>INDEPENDIENTE</b>		
$X_1$ Evaluación de 3 estaciones de monitoreo para los contaminantes sólidos atmosféricos en la ciudad de Iquitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Est. 1.- Construcción</li> <li>✓ Est. 2.- Avenida Participación</li> <li>✓ Est. 3.- Puertos Fluvial Pesquero</li> </ul>	➤ Zonas de Muestreo
<b>DEPENDIENTES</b>		
$Y_1$ Datos Meteorológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Precipitación</li> <li>✓ Temperatura</li> <li>✓ Humedad</li> <li>✓ Velocidad del viento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Medias</li> <li>➤ Datos diarios y mensuales</li> <li>➤ Velocidad del viento</li> </ul>
$Y_2$ Peso de las muestras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Toma de muestras</li> <li>✓ Peso inicial y peso final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diaria, semanal y mensual</li> <li>➤ (gr), (mg), (kg), (tn)</li> </ul>

**1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN****1.2.1 Objetivo general**

- ☒ Evaluar las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos en tres diferentes zonas o estaciones de la ciudad de Iquitos.

**1.2.2 Objetivos específicos**

- ☒ Evaluar las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos cerca de construcción.
- ☒ Evaluar las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos cerca a la. Av. La Participación.

- ▣ Evaluar las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos cerca al Puertos Fluviales de Iquitos Pesquero.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La finalidad del presente trabajo de investigación es evaluar las concentraciones de los contaminantes sólidos atmosféricos, presentes en distintas zonas de la periferia urbana de la ciudad Iquitos, y a partir de la información generada, realizar una base de datos que permita tener una información del nivel de contaminación de las zonas y a partir de ellas buscar el compromiso de las autoridades locales en aplicar acciones de mitigación con el fin de mejorar la calidad de vida de la población, ya que el crecimiento poblacional y la actividad comercial - industrias producen efectos, que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Dependiendo del grado de contaminación que muestran los datos, se conocerá el nivel de contaminantes sólidos atmosféricos dentro de la ciudad.

La importancia del trabajo radica en proporcionar información relevante, que nos permita generar conocimiento a la población de los riesgos de la contaminación atmosférica. Además nos permitirá generar conocimiento a las distintas zonas que se realizaron las investigaciones, con el propósito generar un beneficio ambiental para la población.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 MATERIALES

##### 2.1.1 Ubicación del trabajo experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Iquitos dentro del perímetro Urbano.

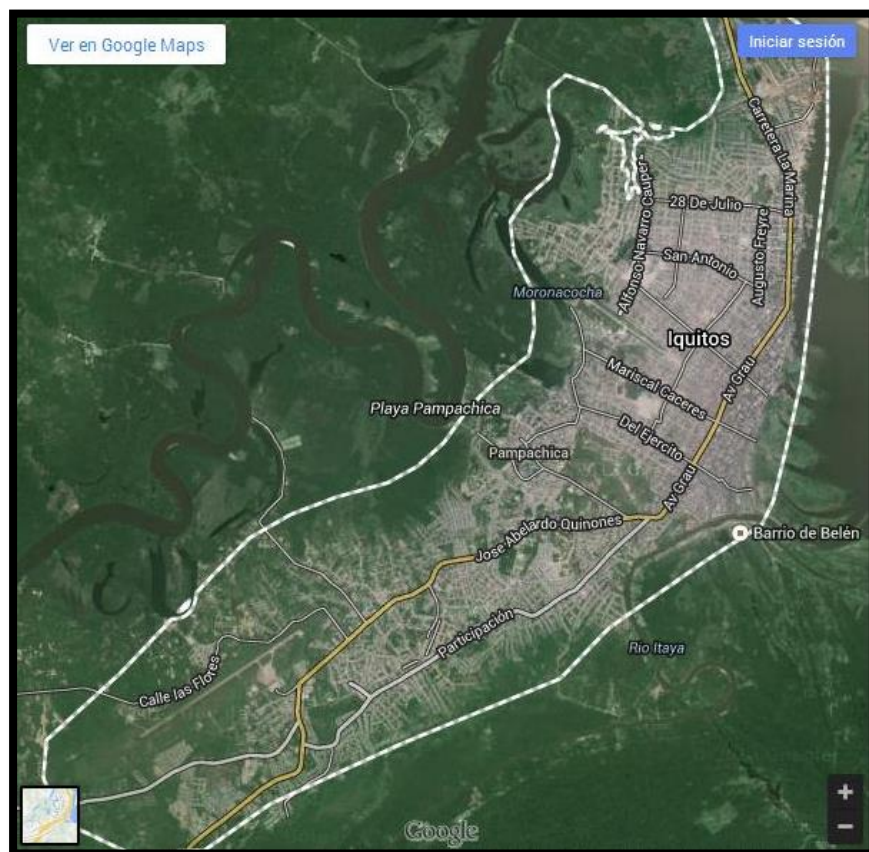
La ciudad de Iquitos al noreste del Perú, situada en la orilla izquierda del río Amazonas. Es la capital del departamento de Loreto y de la provincia de Maynas. Es el núcleo urbano más importante de la Amazonía peruana y la sexta ciudad más poblada del país con 406,340 habitantes en un área de 368.9 km<sup>2</sup>.

##### **Políticamente está ubicado en:**

Departamento	:	Loreto
Provincia	:	Maynas.
Ubicación	:	
<b>Coordenadas UTMX</b>	:	692994.13951
Y: 9585322.66209		
Altitud	:	106 m.s.n.m.
Superficie	:	368,9 km <sup>2</sup>



Imagen N° 01. Ciudad de Iquitos – Zona de evaluación



### 2.1.2 Clima

Estando cerca de la línea ecuatorial, Iquitos posee un clima tropical lluvioso (cálido y húmedo), con temperaturas que van desde los 20°C (68°F) a 36°C (97°F). La temperatura promedio anual de Iquitos es 28°C (82.4°F), con una humedad relativa promedio del 85%. La temporada de lluvia es de noviembre a mayo, con la red fluvial en su punto más alto en mayo y su nivel más bajo en octubre.

La evaporación media anual es de 1500 mm con una variación de 20%. De la frecuencia de las lluvias depende el caudal de los ríos y su expansión horizontal en la selva baja (época de creciente y vaciante).

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Carácter de la investigación**

La investigación es de tipo cuasi – experimental, ya que la intervención en las variables se realizara de forma normal sin influir aspectos que tengan a modificar.

### **2.2.2 Diseño de la investigación**

Por la naturaleza de nuestra investigación esta se enmarca en un diseño descriptivo – cuantitativo. De carácter transversal porque aborda el problema justo en el momento que tiene ocurrencia.

Además tiene una esencia descriptiva ya que se identifica cada uno de los rasgos que caracteriza el problema establecido en el contexto de estudio, la explicación de la relación causal efecto del problema.

### **2.2.3 Tipo de investigación**

El método utilizado es de tipo analítico cuantitativo en los cuales las determinaciones de las sustancias se llevan a cabo por una diferencia de pesos, donde se determina la masa pesando la placa, a temperatura y humedad relativa controladas, antes y después del muestreo. Existen métodos gravimétricos para conocer la concentración de una muestra en solución, en los que se llevan a cabo precipitaciones de las muestras por medio de la adición de un exceso de reactivo aprovechando el efecto del ion común.

## 2.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

### A. Acceso a información:

#### a.1 Acceso a información primaria:

Se realizó la construcción de las tres casetas para luego ubicarlas en cada zona o estaciones correspondiente en la zona 1 “Puerto Pesquero”, zona 2 “Av. Participación” y zona 3 “Construcción”.

En el CIRNA – UNAP, se realizó el pesado y rotulación de las placas de vidrio 10x10cm de tamaño sin nada en la balanza analítica y el pesado de la placa de vidrio con aceite poliglicol.

Se llevó las placas de vidrio con aceite en los puntos de evaluación, para la colocación de estos y así poder monitorear la captación por gravedad, los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA).

Se realizó el pesado de las placas de vidrio con muestra de los contaminantes sólidos atmosféricos en el CIRNA – UNAP, para luego ser transportado en la caja organizadora al laboratorio de la facultad de Forestales, área de bioquímica de la carrera de biología.

Se realizó la observación en el estereoscopio las placas con muestra, realizado en cada estación de evaluación.

Se concluyó los resultados al tener las diferencias de los pesos de los contaminantes sólidos atmosféricos y la observación de estas muestras con el estereoscopio, y mostrar las zonas donde más se ha obtenido mayor concentración de CSA.

### **a.2 Información secundaria:**

Se tomaron los datos estadísticos y paramétricos registrados por las autoridades locales, como el SENAMHI, DIRESA, los Municipios y referencia bibliográfica especializada, para hacer los comparativos necesarios y el análisis de esta problemática. Como los parámetros establecidos por la organización mundial de la salud (OMS).

### **B. Muestra:**

Las 3 estaciones de evaluación de las concentraciones de contaminantes sólidos atmosféricos, instalada cerca de construcción, cerca de principales avenidas de alto tránsito Av. La Participación y en los Puertos Fluviales de Iquitos. Pesquero. Son estaciones de especial importancia, porque son áreas donde más se genera movimiento de uso comercial, laboral y movilizaciones.

Para cumplir con la metodología utilizada se toma tres etapas.

**b.1 Etapa preliminar de gabinete:** consiste en la preparación en laboratorio de las placas receptoras que serán empleadas en campo para las distintas estaciones.

**b.2 Etapa de campo:** consiste en el reemplazo de las placas receptoras impregnadas de contaminantes por las que recién han sido pesadas cada 24 horas, y su posterior evaluación en laboratorio.

Observaciones tales como actividades de construcción cercana a la estación, manipulación por terceros, entre otras, son anotadas en una libreta de campo para la validación posterior de la calidad de la evaluación.

**b.3 Etapa de laboratorio:** por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de evaluación.

### C. Desarrollo experimental de la fórmula del método Gravimétrico

Según los métodos analíticos cuantitativos en los cuales las determinaciones de las sustancias se llevan a cabo por una diferencia de pesos, donde se determina la masa pesando las placas, antes y después del muestreo.

$$pst = \frac{wpst}{A \times N}$$

$$Wpts = Wf - Wi.$$

**Dónde:**

**Wpts** : peso de las partículas totales sedimentables (mg/cm<sup>2</sup>xmes)

**Wf** : peso final (peso de la placa de vidrio más las partículas)

**Wi** : peso inicial (peso de la placa de vidrio más el aceite)

**A** : área de la placa de vidrio

**N** : tiempo de muestreo (mes)

### D. Técnicas de análisis estadístico empleado

Para el procedimiento estadística se empleará la estadística inferencial, como pruebas de regresión y correlación lineal, prueba chi - cuadrado, entre otras que se ajusten al proyecto de investigación, así como la presentación mediante tablas de distribución de frecuencias, tablas de contingencia.

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 MARCO TEÓRICO

**Terradas, Jaume (2013).** Indica que las fuentes de contaminación del aire, se pueden agrupar en dos tipos: Naturales y artificiales o antropogénicas; las grandes aglomeraciones urbanas son las principales causas y víctimas de la contaminación atmosférica. Las emisiones de origen natural son más elevadas a nivel global, mientras que las emisiones de origen humano lo son a nivel local o regional. La contaminación antropogénica es más importante por localizarse en puntos geográficos concretos, como zonas urbanas o industriales, donde se incrementa la concentración de los contaminantes que pueden reaccionar entre sí, formando otros nuevos, y donde la existencia de sumideros como la vegetación o el suelo son menores.

**Apolonio, Juárez, & Erika, Martínez. (2009).** Manifiesta que la problemática de la contaminación atmosférica también alcanzó a la ciudad de Puebla. En la ciudad de México existe una especial y necesaria atención a los problemas de contaminación atmosférica. Por tal razón, pudimos enterarnos que la contingencia atmosférica no sólo se presentó por las altas concentraciones de ozono (O<sub>3</sub>), sino también por las altas concentraciones de partículas suspendidas en la atmósfera.

Las fuentes de partículas suspendidas son diversas y abarcan desde las naturales, como polvo volcánico y tolvaneras, hasta las de origen antropogénica (provocadas por el humano) como la combustión de motores y las actividades industriales. Esta crisis atmosférica tuvo su origen en la excesiva concentración de partículas a nivel de la superficie, producto de las emisiones

industriales, de la combustión de motores, de diversos factores climáticos y de los incendios que se presentaron en amplias zonas del país.

Las partículas suspendidas con diámetro menor a 10 micras\* resultan peligrosas para el ser humano, debido a que se las puede inhalar. Sin embargo, la peligrosidad de estas últimas es mayor debido a su composición y a que por su tamaño penetra hasta los alvéolos pulmonares. Existen otros contaminantes atmosféricos que también afectan la salud del ser humano y que, en zonas urbanas, se encuentran en concentraciones por arriba de lo normal. Estos contaminantes son el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, además del ozono.

En este trabajo exponemos una serie de consideraciones importantes para medir la calidad del aire en una zona urbana, en especial en la ciudad de Puebla. Hacemos énfasis en la descripción y el origen de las partículas suspendidas por dos razones: por su peligrosidad cuando se rebasan los índices permitidos en sus concentraciones y porque éstas estuvieron asociadas a la reciente crisis atmosférica que se extendió a una gran parte de nuestro país.

**J. Gustavsson (2005)**, indica que la necesidad de eliminar contaminaciones del aire o de otros gases ha aumentado con respecto al grado de separación y a la necesidad de separar partículas más finas. La especificación correcta de los filtros es un requisito previo para el funcionamiento correcto de los sistemas de ventilación de forma y manera que pueden ayudar a salvaguardar los procesos de producción sensibles, a proteger a los seres humanos y al medio ambiente, así como mejorar la calidad del aire interior. Un filtro es un elemento clave de un sistema de ventilación que, conjuntamente con otras partes del sistema, puede contribuir hacia un mejor ambiente interior. Cada día respiramos cerca de 20-30 kg de aire y consumimos alrededor de 1 kg de alimentos sólidos y 3 kg de alimentos líquidos. Deberíamos, por lo tanto, esperar que nuestro aire tenga los mismos estándares de calidad que nuestros alimentos y bebidas.

Pasamos el 90% de nuestro tiempo en un interior y la visión debería ser que nadie se pone enfermo debido al ambiente del aire interior.

**Marcelo, Korc&Fernando, Farías (2000).** Manifiesta que la contaminación del aire es uno de los principales factores ambientales causante de impactos negativos en la salud humana. Tanto en lugares cerrados como en el exterior, está asociada con una amplia gama de impactos agudos y crónicos en la salud, dependiendo del tipo específico de impacto que provoquen las características del contaminante. Se estima que los países en vías de desarrollo de América del Norte, América del Sur y Asia sufren aproximadamente dos tercios de los fallecimientos prematuros del mundo debido a la contaminación del aire, tanto en lugares cerrados como el exterior. Desde el punto de vista de las enfermedades, las partículas finas son causante de aproximadamente el 2% de la mortalidad motivada por enfermedades cardiopulmonares en adultos, el 5% de la mortalidad por cánceres de tráquea, bronquios y pulmones, y el 1% de los fallecimientos prematuros en el mundo cada año. Asimismo, este organismo ha calculado que el humo en lugares cerrados procedentes de combustibles sólidos, causa aproximadamente una quinta parte de las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas.

**Romieu, I. &Aburto, Borja (1997).** Explica que los impactos de las partículas finas sobre la salud dependen considerablemente de sus características físicas y químicas. El tamaño de las partículas es muy importante, puesto que influye sobre la facilidad y la profundidad con la que penetran en los pulmones. La capacidad del cuerpo para protegerse así mismo contra las partículas inhaladas y la susceptibilidad de las personas a las partículas están estrechamente vinculadas con el tamaño y su composición química. Las partículas superiores a 10µm de diámetro habitualmente no penetran a los pulmones y tienen un tiempo de permanencia corto en la atmosfera. Por consiguiente, la evidencia epidemiológica habitualmente vincula a las partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> con efectos perjudiciales para la salud.



**GEO4 (2014).** La revista manifiesta que en la actualidad se ha puesto un mayor interés en las partículas ultra finas (diámetro inferior a  $0,1\mu\text{m}$ ). Debido a que son un poco solubles, pueden desplazarse desde los pulmones hasta la sangre, y posteriormente a otras partes del cuerpo. Los impactos sobre la salud de la contaminación del aire están vinculados con los problemas de pobreza y de género.

**Schwartz, J. (1994).** Indica que los contaminantes cuya vía de entrada al organismo es la inhalatoria, es de esperarse que sus principales efectos sean en las vías respiratorias. Así, los efectos más comúnmente reportados en la salud por exposición a la contaminación del aire son en vías respiratorias (bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía etc.), en el sistema cardiovascular (arritmias, infartos, etc.). De hecho, el efecto agudo en la mortalidad es el efecto tóxico que más se ha estudiado. Asimismo, en los últimos años se ha venido estudiando con más detalle a los grupos poblacionales que son más susceptibles: los niños, personas de la tercera edad y asmáticos.

**Schlesinger, R. (1995).** Manifiesta que los resultados de algunos estudios clínicos y toxicológicos donde han encontrado, entre otras cosas: una disminución de la función pulmonar, incremento en la frecuencia de síntomas respiratorios, hipersensibilidad exaltada celular y en vías respiratorias, y evidencia bioquímica de inflamación en pulmón, que en parte podrían explicar el mecanismo de daño producido por los contaminantes.

**Dockery D., Pope (1994).** Explica que los contaminantes atmosféricos tienen la capacidad de producir efectos tóxicos que causan daño, por lo que las propiedades físicas y químicas de dichos componentes en un futuro no más lejano ocasionaran daño la salud de las personas. En este sentido, en algunos estudios se ha observado que las sustancias que se encuentran en forma de aerosol son más tóxicas que los compuestos que se encuentran en forma de gas. Esto

probablemente se debe a que los compuestos en estado gaseoso son eliminados de las vías respiratorias mucho más fácilmente que los aerosoles, los cuales son absorbidos o depositados más rápidamente.

### **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (Ley N° 28611)**

La Ley General del Ambiente establece principios y normas básicas para que se asegure el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una correcta gestión ambiental, protección y conservación del ambiente.

#### **Artículo 66: DE LA SALUD AMBIENTAL**

1. La prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental. Es responsabilidad del Estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas.
2. La Política Nacional de Salud incorpora la política de salud ambiental como área prioritaria, a fin de velar por la minimización de riesgos ambientales derivados de las actividades y materias comprendidas bajo el ámbito de este sector.

### **REGLAMENTO DE LOS NIVELES DE ESTADOS DE ALERTA NACIONALES PARA CONTAMINANTES DEL AIRE.**

#### **DECRETO SUPREMO N° 009-2003-SA**

**Artículo modificado por el Artículo 1 del Decreto Supremo N° 012-2005-SA, publicado el 10 Mayo 2005, cuyo texto es el siguiente:**

#### **"Artículo 3.- Aprobación de los niveles de estado de alerta**

Apruébese los niveles de estados de alerta nacionales de contaminantes del aire respecto de los siguientes contaminantes críticos:

TIPO DE ALERTA	Material Particulado (PM10)
Cuidado	> 250 ug/m <sup>3</sup> prom. Aritmético 24 horas
Peligro	> 350 ug/m <sup>3</sup> prom. Aritmético 24 horas
Emergencia	> 420 ug/m <sup>3</sup> prom. Aritmético 24 horas

**REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE  
DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM**

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico. NE significa no exceder)

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS <sup>1(1)</sup>
		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 (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual <sup>2(2)</sup>			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas <sup>2</sup>			Fluorescencia UV (método automático)

## Valores de tránsito

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		METODO DE ANÁLISIS
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
PM-10	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces/año	
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	250	NE más de 24 veces/año	Quimiluminiscencia (Método automático)
Ozono	8 horas	160	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)

## Valores Referenciales

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR	METODO DE ANÁLISIS
		VALOR	
PM-2.5	Anual	15	Separación inercial/ filtración (gravimetría)
	24 horas	65	

## ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AIRE

## DECRETO SUPREMO N° 003-2008-MINAN

Que, los ECA se refieren a valores que no representen riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente, siendo que el concepto de valor guía de la calidad del aire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se refiere al valor de la concentración de los contaminantes en el aire por debajo del cual la exposición no representa un riesgo significativo para la salud;

Que, el numeral 33.2 del Artículo 33 de la Ley N° 28611, establece que la Autoridad Ambiental Nacional, en el proceso de elaboración de los ECA, LMP y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental debe tomar en cuenta los establecidos por la Organización Mundial

de la Salud o las entidades de nivel internacional especializadas en cada uno de los temas ambientales

Que, de acuerdo a lo establecido en el Cronograma de Priorizaciones para la aprobación progresiva de ECA y LMP, aprobado por Decreto de Consejo Directivo del Consejo Nacional del Ambiente N° 029-2006-CONAM/CD, se elaboró la propuesta de los ECA a aprobarse, tomando en consideración las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y la opinión de los sectores involucrados;

La opinión de los Ministerios de Salud, Producción, Vivienda y Construcción, Transportes y Comunicaciones y Energía y Minas; todos los Gobiernos Regionales; diversas Municipalidades y representantes de la sociedad civil, bajo el proceso de consulta pública; Que la Segunda Disposición Transitoria del Decreto Supremo N° 074 mediante el cual se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Contaminantes	Periodo	Forma del estándar	
		Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Formato
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año
PM – 10	Anual	60	Media aritmética anual
	24 horas	150	NE más de 3 vez al año
Monóxido de carbono	8 horas	10 000	Promedio móvil
	1 hora	30 000	NE más de 1 vez al año
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año
Plomo	Mensual	1,5	NE más de 4 veces/año

**NE: No exceder**

Fuente: Consejo Nacional del Ambiente-Perú (CONAM). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire. 2001.

**PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTION DE LOS DATOS**

**DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL**

**DECRETO SUPREMO N° 009-2003-SA**

**NIVELES DE ALERTA PARA CONTAMINANTES CRITICOS**

*Niveles de alerta para contaminantes críticos*

Tipo de alerta	Material particulado (PM-10)		Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	
Cuidado	> 250	promedio de 24 horas	> 500	por 3 horas prom. móvil
Peligro	> 350	promedio de 24 horas	> 1500	por 3 horas prom. móvil
Emergencia	> 420	promedio de 24 horas	> 2500	por 3 horas prom. móvil
Referencia	Valor estándar ECA		Valor estándar ECA	

	D. S. N° 074-2001-PCM Anual: 50 (media aritmética anual) 24 h: 150 (NE más de 3 veces al año)	D. S. N° 074-2001-PCM Anual: 80 (media aritmética anual) 24 h: 365 (NE más de 1 vez al año)
--	---	---

Tipo de alerta	Monóxido de carbono (CO)		Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	
Cuidado	> 15000	Prom. móvil 8 horas	> 1500	prom. aritmético 24 horas
Peligro	> 20000	Prom. móvil 8 horas	> 3000	prom. aritmético 24 horas
Emergencia	> 35000	Prom. móvil 8 horas	> 5000	prom. aritmético 24 horas
Referencia	Valor estándar ECA D. S. N° 074-2001-PCM 8 h: 10000 (promedio móvil) 1 h: 30000 (NE más de 1 vez al año)		Valor referencial Organización Mundial de la Salud 24 h: 150	

*Definición de escalas para la realización de monitoreos 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.

**DECRETO SUPREMO**  
**N° 006-2013-MINAM – DECRETO**  
**SUPREMO QUE APRUEBA LAS DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA APLICACIÓN**  
**DE ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) AIRE**

“Artículo 2°.- Aplicación del ECA de Aire para Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)(...)

- 2.2 En aquellas ciudades o zonas en las que el Ministerio del Ambiente establezca que, como resultado de los monitoreos ambientales continuos y representativos de los últimos doce meses anteriores al 01 de enero de 2014, registren valores diarios superiores a 20 ug/m<sup>3</sup> de dióxido de azufre(SO<sub>2</sub>) en el aire, se deberán considerar dentro de los Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de sus cuencas atmosféricas las acciones, metas, plazos y mecanismos de adecuación que se requieran para lograr que dichas concentraciones se reduzcan de manera gradual y progresiva. Para la determinación de las metas, plazos, cronogramas y mecanismos de reducción de concentraciones en los Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire, se debe analizar la viabilidad y disponibilidad tecnológica, necesaria para prevenir y reducir las emisiones de dióxido de azufre, así como también, los límites máximos permisibles aplicables. Se considerará asimismo la comercialización de combustibles diésel con contenido de azufre menor a 50 ppm, acorde a lo establecido en la Ley N° 28694 y sus normas reglamentarias.
- 2.3 En las cuencas atmosféricas señaladas en el numeral 2.2 del presente artículo, en tanto se culmine la implementación de sus Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire, se mantendrá vigente, para todos los efectos administrativos incluyendo los procedimientos sancionadores, el Estándar de Calidad Ambiental de Aire para dióxido de azufre, cuyo valor diario es de 80 ug/m<sup>3</sup>.(...)”.

## DECRETO SUPREMO

### Nº 003-2008-MINAM – DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LOS ESTÁNDARES

#### NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE

“Considerando(...)

Que, tomando en consideración las nuevas evidencias halladas por la Organización Mundial de la Salud, resulta necesario aprobar nuevos Estándares de Calidad Ambiental de Aire para el Dióxido Azufre, los mismos que entrarán en vigencia a partir del primero de enero del 2009, así como establecer Estándares Ambientales de Calidad de Aire para Benceno, Hidrocarburos Totales, Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras e Hidrógeno Sulfurado;(…)”.

#### Estándares nacionales de calidad ambiental del aire

Parámetros	Periodo	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Norma de referencia
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	Anual	80	D.S. Nº 074-2001-PCM
	24 horas	20	D.S. Nº 003-2008-MINAM
PM-10	Anual	50	D.S. Nº 074-2001-PCM
	24 horas	150	
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	10,000	D.S. Nº 074-2001-PCM
	1 hora	30,000	
Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )	Anual	100	D.S. Nº 074-2001-PCM
	1 hora	200	
Ozono ( $\text{O}_3$ )	8 horas	120	D.S. Nº 074-2001-PCM
Plomo (Pb)	Anual	0.5	D.S. Nº 069-2003-PCM
	Mensual	1.5	D.S. Nº 074-2001-PCM
Sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )	24 horas	150	D.S. Nº 003-2008-MINAM
Benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	Anual	2.0	D.S. Nº 003-2008-MINAM
Hidrocarburos totales (HT) Expresado como hexano	24 horas	100	D.S. Nº 003-2008-MINAM
PM-2.5	Anual	15	D.S. Nº 074-2001-PCM
	24 horas	25	D.S. Nº 003-2008-MINAM



**Artículo 9.- Obligaciones de los macroemisores**

Los macroemisores de contaminantes provenientes de fuentes fijas tienen las siguientes obligaciones que serán supervisadas por DIGESA:

- a) Instalar una red de monitoreo automático de la calidad del aire, para los contaminantes críticos, dentro del plazo de 6 meses, cuyas características técnicas y operativas serán objeto de conformidad previa por la DIGESA. Dicha red deberá contar asimismo con una red meteorológica automática de registro continuo, que determine temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, además de los parámetros específicos requeridos por el modelo de predicción.
- b) Monitorear material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM10) y realizar semestralmente estudios de especiación de dichas partículas.
- c) Operar un modelo de predicción de dispersión de contaminantes dentro del plazo de 12 meses, que entregue el valor máximo de concentración de 24 horas esperado para el día siguiente o un período superior, para cada una de las estaciones de monitoreo que hayan alcanzado al menos alguno de los niveles de estados de alerta, y que además tenga una confiabilidad del pronóstico superior al 60%.

**González, A & Vega, F. & Abarca, S. (2000).** Indica que las primeras de las 10 causas de atención hospitalaria en Lima-Callao, corresponde a las infecciones respiratorias agudas. Se ha establecido que la contaminación por partículas aún en mínimas concentraciones causa a corto y largo plazo, disminución de la función pulmonar, lo que ocasiona la presencia de enfermedades crónicas respiratorias y la muerte prematura. Dependiendo de su tamaño, las partículas pueden sedimentar o flotar. Los contaminantes sólidos sedimentables, polvo atmosférico o deposición ácida seca incluyen al grupo de partículas de hasta un diámetro de aproximadamente  $100\mu$ , considerando que el polvo de mayor tamaño tiende a sedimentar rápidamente; de este grupo, las partículas más finas, son las más peligrosas ya que tienen una mayor penetración en el sistema respiratorio.

**Cohen y otros, (2004).** Manifiesta que la atmósfera terrestre puede verse contaminada por humo, gases, polvo, vapor, ruido, olores, etc., provenientes de fuentes naturales o de fuentes antropogénicas. Las erupciones volcánicas, los incendios forestales o la descomposición de materia orgánica, por ejemplo, son fuentes naturales de contaminación atmosférica ya que liberan gases, partículas u olores que alteran la calidad del aire. Los contaminantes de fuente antropogénica tienen su origen en las actividades humanas, tanto domésticas como industriales, y provienen de fuentes móviles, como autos, aviones o barcos, así como de fuentes fijas, tales como chimeneas, equipos de refrigeración o incineradores de basura.

Cabe señalar además que las fuentes fijas de contaminantes pueden ser puntuales, lineales, superficiales, fugitivas o fugaces, dependiendo de sus características particulares.

**Gautam (2004).** Indica que los contaminantes atmosféricos se clasifican en primarios, secundarios y de referencia. Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera desde una fuente identificable, como los gases producidos por los automóviles o los expelidos por las chimeneas de las fábricas<sup>1</sup>. Entre los más importantes están el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), los hidrocarburos (HC), las partículas, y los metales.

Los contaminantes secundarios se forman en la atmósfera a partir de reacciones químicas producidas por los contaminantes primarios<sup>2</sup>. Algunos de los contaminantes secundarios son el ozono (O<sub>3</sub>), el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y los hidrocarburos oxidados. La categoría de contaminantes de referencia está conformada por el conjunto de contaminantes primarios y secundarios que típicamente se encuentran presentes en las zonas urbanas.

**OMS (2002) & OMS (2006).** Explica que la cantidad de cada contaminante vertida a la atmósfera en un periodo de tiempo determinado se conoce como nivel de emisión. La inmisión es la transferencia de contaminantes del aire desde la atmósfera libre a un receptor tal como un ser humano, planta o edificio, en un tiempo determinado.

Los contaminantes emitidos pueden dispersarse por la atmósfera, transformarse en otros contaminantes secundarios, depositarse o ser absorbidos por los seres vivos. La dispersión de los contaminantes reduce los niveles de inmisión. Si el nivel de emisión es muy alto o si existen factores que dificulten la dispersión de los contaminantes aumentan los niveles de inmisión, disminuye la calidad del aire y se originan efectos negativos en los distintos receptores (el hombre, otros animales, vegetales y materiales).

**Ramanathan&Liepert (2004).** Manifiesta que se da una variación de temperatura con la altura: cuando el aire tiene posibilidad de ascender, al disminuir la presión, se expande y, por lo tanto, disminuye su concentración; este es el mecanismo básico de dispersión de los contaminantes. Las situaciones de inversión térmica (una masa de aire cálido se instala sobre otra más fría) impiden el ascenso y dispersión de los contaminantes. La velocidad del viento: cuanto mayor sea, mayor es la capacidad de dispersar los contaminantes. Las precipitaciones arrastran parte de los contaminantes hacia el suelo. La situación geográfica y el relieve: la situación de los relieves en relación con los vientos dominantes puede dificultar la dispersión. Las zonas industriales y urbanas situadas en depresiones son especialmente proclives a inversiones térmicas. Los edificios de las grandes ciudades dificultan la dispersión de los contaminantes al frenar el viento.

Además en las ciudades se produce el efecto denominado isla de calor debido al calentamiento del aire provocado por los automóviles y por las calefacciones. Esto favorece la aparición de brisas urbanas cíclicas.

**Jacob (1999).** Manifiesta que el ambiente construido se ve afectado por la contaminación del aire en diversas formas. Las partículas de hollín y de polvo procedentes del transporte quedan depositadas en los monumentos y edificios, la precipitación de SO<sub>2</sub> y de ácidos induce la corrosión de las estructuras de piedra y metal, y el ozono ataca a numerosos materiales sintéticos, disminuyendo su vida útil, y degradando su apariencia. Todos estos efectos imponen

costos significativos para el mantenimiento y la sustitución. Asimismo, las partículas finas en el medio ambiente urbano reducen habitualmente la visibilidad en un orden de magnitud.

**Banco Mundial (2003).** Indica que los contaminantes del aire urbano más comunes son óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, partículas, plomo y ozono. Los niveles de partículas PM10 (partículas inferiores a 10 $\mu$  de diámetro) permanecen elevados en muchas ciudades de Asia, cosa que excede de lejos los estándares recomendados por la Organización Mundial de la Salud. En particular, las ciudades del sur de Asia siguen registrando los niveles más altos de contaminación por partículas en exteriores de todo el mundo.

**GEO5 (2012).** La revista manifiesta que gran parte del mundo desarrollado ha reducido con éxito las concentraciones de partículas en espacios interiores y exteriores y las concentraciones de compuestos de azufre y nitrógeno están en niveles cercanos a los que establece la Organización Mundial de la Salud. Sin embargo, falta mucho por hacer. Existe una preocupación en África, Asia y América Latina, donde los niveles de partículas permanecen muy altos en muchas ciudades, con respecto a los límites recomendados.

**OMS (WHO 2006).** Indica que el control de las partículas ha registrado avances mixtos a nivel mundial. En Europa y América del Norte, así como en algunas ciudades de América Latina y Asia, las emisiones de MP10 – material particulado de 10 micrómetros de diámetro o menos– han disminuido, pero siguen siendo uno de los principales contaminantes en muchas otras ciudades de Asia y América Latina. Muy pocas ciudades de África monitorean los contaminantes atmosféricos.

**WHO; Carnelley (2011).** Explica que las concentraciones en áreas abiertas en los países de altos ingresos se acercan al límite establecido por la OMS para MP10 de 20 microgramos por m<sup>3</sup>. En África, el asunto más generalizado es el de los niveles de partículas en interiores. La regulación de estos contaminantes es compleja porque están compuestos de una mezcla variable de emisiones primarias y contaminantes secundarias, donde las emisiones originales

son transformadas en la atmósfera. Un desafío adicional para las ciudades es la eliminación de los focos de partículas.

El material particulado, especialmente las partículas más finas MP2.5, constituyen el contaminante atmosférico más importante que perjudica la salud humana.

**Morris et ál. (2010).** Manifiesta que la ciencia no sabe si los nano materiales o las nano partículas se liberan de los productos cuando se incineran o entierran, o si se degradan con el tiempo, por lo que es posible que en el futuro representen un grave desafío en relación con la disposición de desechos. La toma de decisiones responsable en el ámbito de la nanotecnología ha generado mucho debate entre los organismos reguladores de los países desarrollados, y de forma creciente entre los de los países en vías de desarrollo.

**Morris et al. (2010).** Indica que hay muchos materiales nuevos que se producen como partículas minúsculas del tamaño de un nanómetro –la mil millonésima parte de un metro –, y exhiben propiedades químicas y biológicas muy diferentes de aquellas que corresponden a los materiales a granel. Las aplicaciones comerciales del nano materiales incluyen, por ejemplo, empaques de alimentos, productos de cuidado personal, cosméticos y productos farmacéuticos. Sus propiedades únicas los hacen útiles en terapias contra el cáncer, para neutralizar la contaminación o para mejorar la eficiencia energética. Sin embargo, las pruebas para evaluar su seguridad están en sus etapas iniciales y los gobiernos han sido lentos en adaptar las regulaciones existentes para estos nuevos materiales, aun cuando se comercializan extensamente y se ha identificado cierto potencial ante la exposición humana. Además, se conoce poco acerca de la liberación de los nanos materiales y las nanas partículas cuando se incineran, entierran o degradan con el tiempo, por lo que es posible que lleguen a representar un serio desafío en relación con la disposición de los desechos. La toma de decisiones responsable en torno a la nanotecnología ha causado un debate intenso entre los responsables de las regulaciones en los países desarrollados, y crecientemente también en los países en vías de desarrollo.

**Ramanathan&Carmichael (2008).** Explica que las partículas de carbono negro se emiten hacia la atmósfera a partir de la combustión incompleta de biomasa y combustibles fósiles. El clima en la región Ártica es particularmente vulnerable a la deposición de carbono negro debido a su impacto sobre el efecto albedo (reflectividad) de la nieve, los glaciares y el casquete de hielo marino. El carbono negro confiere un color más oscuro a la superficie, por lo que esta refleja menos radiación, lo cual a su vez conduce a un aumento en el calentamiento y al derretimiento del hielo/nieve.

**Sass et ál. (2006) & Morris et al. (2011).** Manifiesta que se están produciendo y comercializando ampliamente muchos materiales nuevos que contienen nano partículas, pero las pruebas de seguridad sobre estas han sido limitadas, aunque se ha identificado cierto potencial de exposición humana.

### LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

Establece los límites máximos permisibles (LMP) para la concentración de material particulado sedimentable (MPS) en el aire que es de 0.5mg/cm<sup>2</sup>/mes.

Institución	Tiempo promedio	Limites Máximo-mg/cm <sup>2</sup> /30 días,	Técnica Método
DIGESA Dirección General de salud ambiental	30 días	0.5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentable (jarras)
SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía	30 días	0.5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentable, (jarras), polvo atmosférico sedimentable (Placas de vidrio)

### 3.2 MARCO CONCEPTUAL

**Gerard, Kiely (2010).** Define que Emisión, es la cantidad de contaminantes que vierte un foco emisor a la atmosfera en un periodo de tiempo determinado, en cuanto a la inmisión es la cantidad de contaminantes presentes en una atmosfera determinada, una vez que han sido, transportados, difundidos, mezclados en ella y a los que están expuestos los seres vivos y los materiales que se encuentran bajo su influencia. Los factores que influyen en la dinámica de dispersión de los contaminantes, y por tanto en su concentración, son las características de las emisiones, las condiciones atmosféricas, las características geográficas y topográficas. Esto demuestra a que cuando la temperatura de emisión de un gas es mayor que la del medio, el gas asciende y se facilita su dispersión.

**Morris et al. (2011).** Define que el nano material, es un material natural, incidental o manufacturado que contiene partículas, en un estado inconsolidado, como un agregado o un aglomerado y en el que, para el 50% o más de las partículas en la distribución de tamaños, una o más de sus dimensiones externas está en el intervalo de tamaño de 1-100 nanómetros (un nanómetro es la milmillonésima parte de un metro). Tales partículas/materiales se denominan generalmente nano partículas (NP), nano químicos o nano materiales (NM).

**Jaume Terrada (2010).** Define que los contaminantes del aire son sustancias químicas y formas de energía que en concentraciones determinadas pueden causar molestias, daños o riesgos a personas y al resto de seres vivos, o bien ser origen de alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas, en los bienes materiales y en el clima.

**Vocabulario.** Define que los aerosoles son partículas que poseen un diámetro inferior a 10µm, se utiliza este término para referirse a las dispersiones de sólidos o líquidos en el aire. Los urbanos suelen estar compuestos por nitratos, sulfatos y amonio.

**Gerard, Kiely (2010).** Define que inmisión es la cantidad de contaminantes presentes en una atmosfera determinada, una vez que han sido trasportados, difundidos, mezclados en ella y a los que están expuestos los seres vivos y los materiales que se encuentran bajo su influencia.

**Belitskaya, valentina (2013).** Define que cuenca atmosférica es un región geográfica delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas, etc), de tal manera que dentro de esta se modifica la circulación general de la atmosfera sobre la superficie (capa límite de la atmosfera), dando lugar a la formación de los vientos locales, diferentes del flujo de la atmosfera libre.



## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de concluir el trabajo de campo, con los datos obtenidos se procede a realizar el análisis respectivo de los mismos, los cuales se presentan a continuación:

#### 4.1 EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) PRÓXIMA A LA ZONA 1. PUERTO PESQUERO.

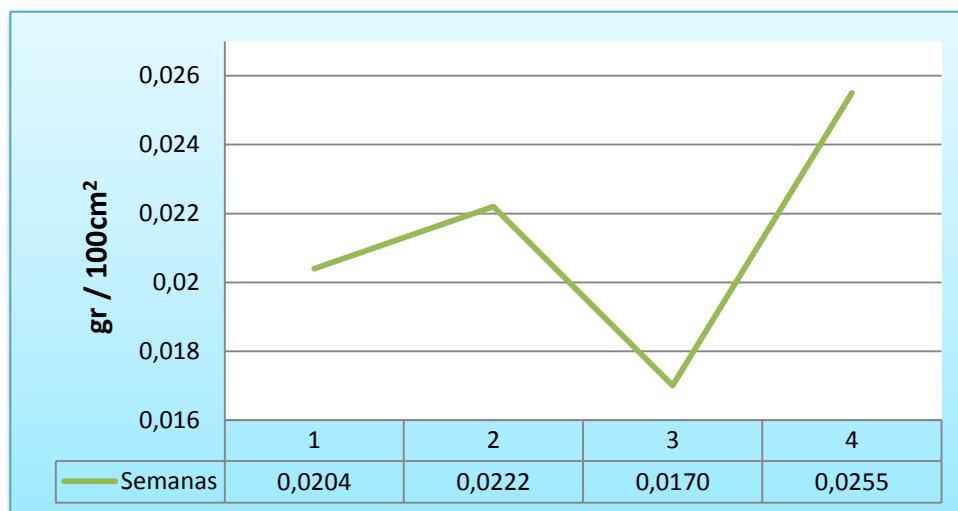
En el presente cuadro se muestra las cantidades obtenidas durante las cuatro semanas de evaluación.

**Cuadro N° 02. Peso de las muestras en la zona 1. Puerto Pesquero**

<b>medidas Semanas</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>gr/100cm<sup>2</sup></b>	<b>mg/cm<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	0.0000204	0.0204	0.204
<b>2</b>	0.0000222	0.0222	0.222
<b>3</b>	0.0000170	0.0170	0.170
<b>4</b>	0.0000255	0.0255	0.255
<b>Total</b>	<b>0.0000851</b>	<b>0.0851</b>	<b>0.851</b>

En el cuadro N° 02, observamos el peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), cerca al "Puerto Pesquero" durante las cuatro semanas de evaluación, mostrando una creciente de concentración de CSA, cada semana desde la 1°, 2° semana y en la 3° semana un descenso en la concentración; pero en la 4° semana se incrementa fuertemente, esto indica que los valores obtenidos son debido por las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona e interacción de los elementos meteorológicos.

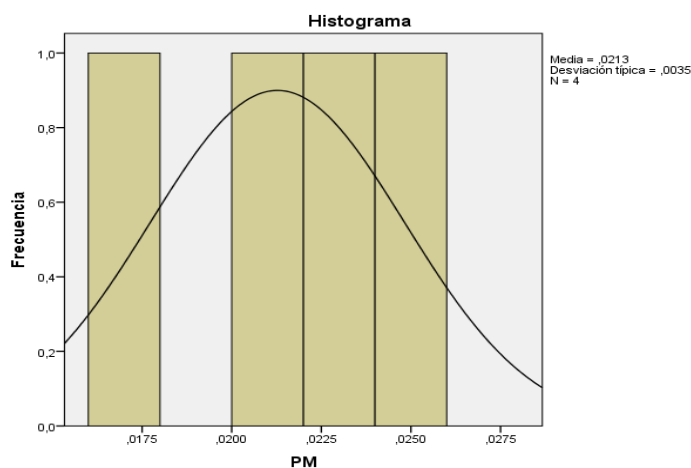
Gráfico N° 01. Curva de líneas de muestras en la zona 1. Puerto Pesquero



En el gráfico N° 01, corrobora lo mencionado en el cuadro N° 02, mostrando el nivel de oscilación de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), cerca al Puerto Pesquero, este decrecimiento mostrado en la tercera semana, se da por la reducción de las actividades antrópicas por días feriados, retraso en la descarga de naves entre otros propios de la zona, ello incluye al movimiento de las labores cotidianas de las personas que llegan a este puerto; así mismo está influenciado por los elementos meteorológicos que se susciten para ese momento los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales y modificación del medio.

Se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov, con la finalidad de ver que los valores de las variables de peso de la muestra de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA) pertenecientes a la zona 1 “Puerto Pesquero”, sigan una distribución normal; donde el valor de la significancia asintótica tiene el valor de 1,00 mostrando que es superior a  $\alpha = 0,05$ , e indicando que las variables de los pesos de las muestras de CSA, no difiere en la distribución normal.

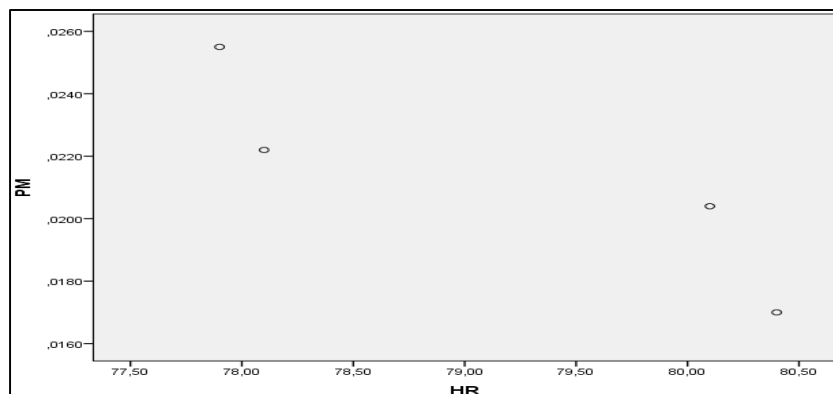
**Gráfico N° 02. Histograma de frecuencias y Peso de las muestras de CSA en la zona 1. Puerto Pesquero.**



El gráfico N° 02, corrobora lo indicado por el cuadro N° 02, en ella se observa un histograma con las frecuencias y el peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos de la zona 1 “Puerto Pesquero” mostrando una asimetría negativa de -0,039, expresando una curva de línea inclinado a la izquierda y cuenta con una curtosis de 0,269 de tipo mesocúrtica mostrando un grado de concentración normal en la región central de la distribución.

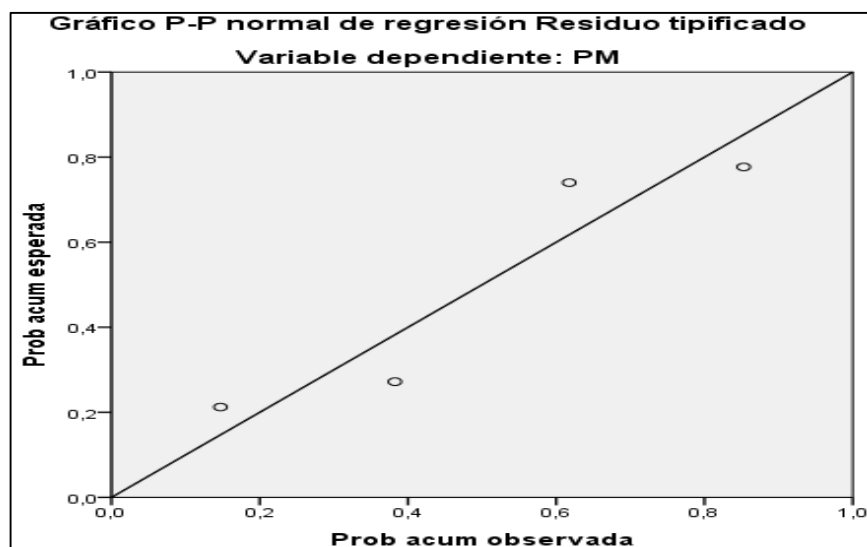
**Gráficos comparativos del peso de muestra de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA) y los elementos meteorológicos, de la Zona 1 “Puerto Pesquero” aplicando la prueba de regresión lineal.**

**Gráfico N° 03. Peso de muestra versus humedad relativa**



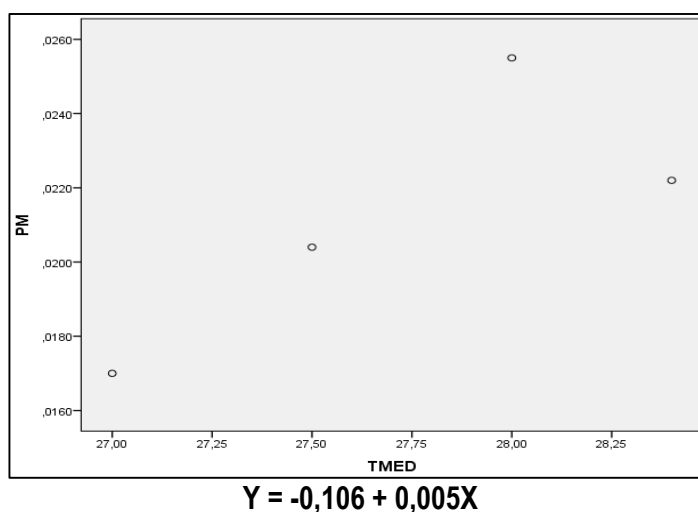
$$Y = 0,213 - 0,002X$$

**Gráfico N° 04. Regresión lineal del peso de la muestra versus humedad relativa**

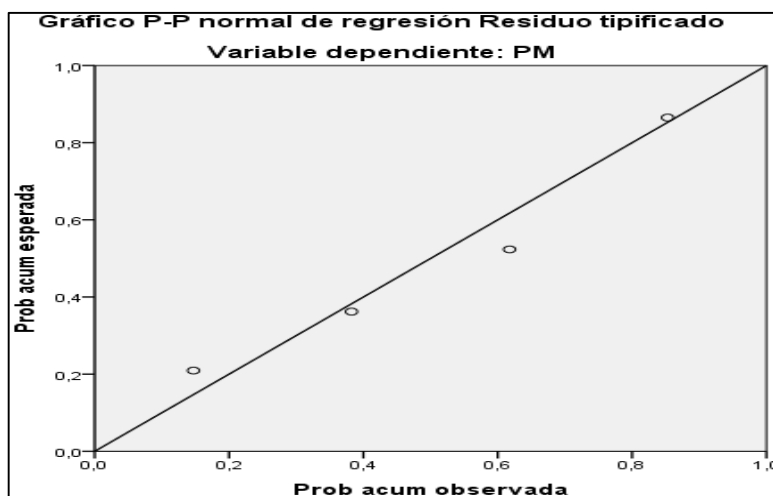


Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = 0,213 - 0,002X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

**Gráfico N° 05. Peso de muestra versus temperatura media**

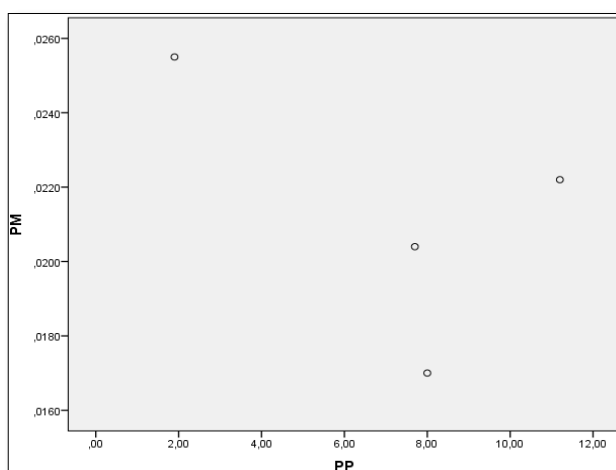


**Gráfico N° 06. Regresión lineal del peso de la muestra versus temperatura media**

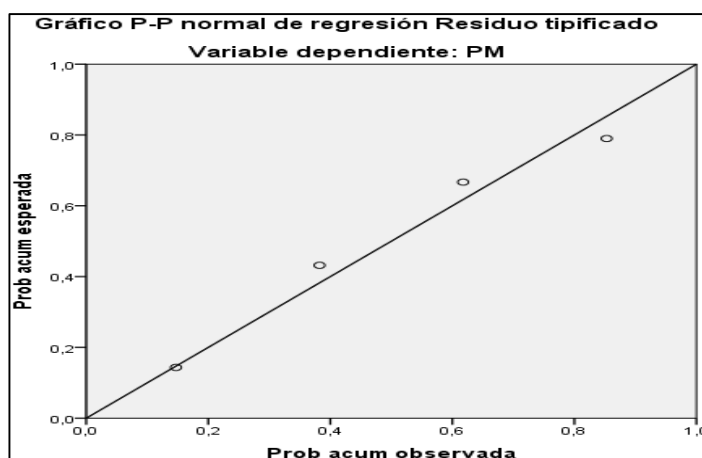


Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la formula  $Y = -0,106 + 0,005X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

**Gráfico N° 07. Peso de muestra versus precipitación**



$$Y = 0,025 - 0,001X$$

**Gráfico N° 08. Regresión lineal del peso de la muestra versus precipitación**

Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la formula  $Y = 0,025 - 0,001X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

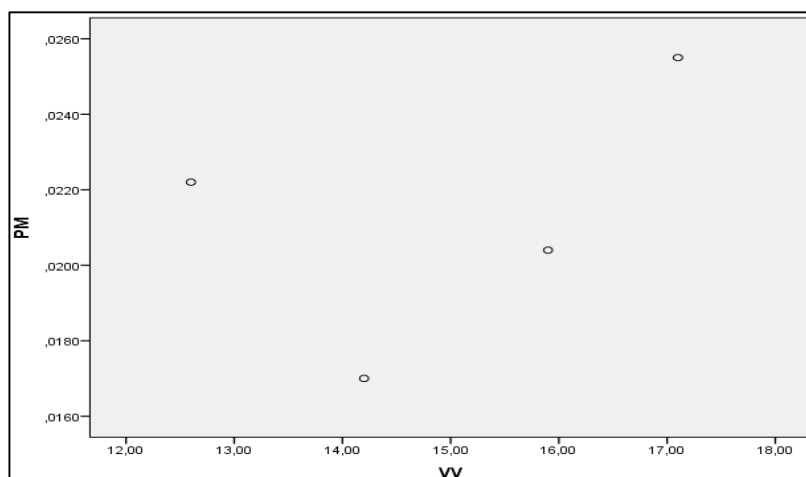
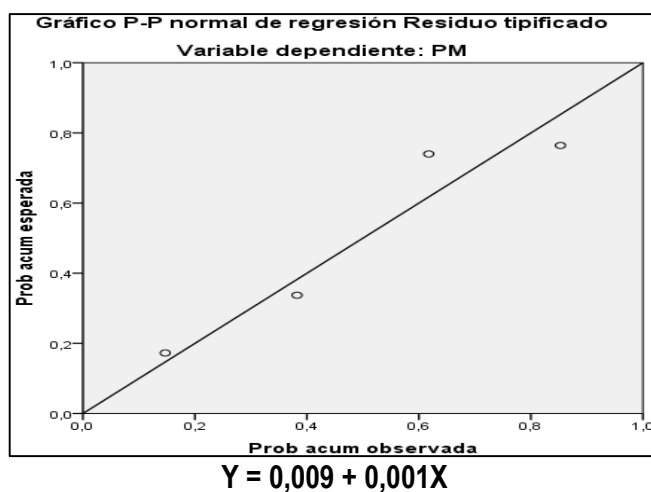
**Gráfico N° 09. Peso de muestra versus velocidad de viento**

Gráfico N° 10. Regresión lineal del peso de la muestra versus velocidad de viento



Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = 0,009 + 0,001X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

Cuadro N° 03: Cuadro de regresión (r) de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 1 "Puerto Pesquero"

Elementos Meteorológicos	Hr	T°	PP	VV
ZONA 1 (Puerto Pesquero) Sig. Asintótica	0.893	0.786	0.547	0.444
Significancia ( $\alpha$ )	0.05	0.05	0.05	0.05

En el cuadro N° 03, observamos la interacción o relación de los elementos meteorológicos encontrados en la Zona 1 "Puerto Pesquero", mostrando una relación de 0.893 humedad relativa (Hr), 0.786 temperatura (T°) y una relación mínima de 0.547 precipitación (PP) y 0.444 velocidad de viento (VV). Esta relación se debe a diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona;

los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales que contribuyen con la modificación del medio.

**Cuadro N° 04: Cuadro de coeficiente de determinación ( $r^2$ ), de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 1 “Puerto Pesquero”**

Elementos Meteorológicos	Hr	T°	PP	VV
<b>ZONA 1 (Puerto Pesquero)</b>	<b>79,8%</b>	<b>61,8%</b>	<b>29,9%</b>	<b>19,7%</b>

En el cuadro N° 04, observamos la relación que existe entre los elementos meteorológicos y la estación 1 “Puerto Pesquero”, mostrando una fuerte relación del 79,8% humedad relativa (Hr), 61,8% temperatura (T°) y una relación mínima de 29,9% precipitación (PP) y 19,7% velocidad de viento (VV). Esta relación se debe por la influencia de la cuenca atmosférica y las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona; los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales e inmisión que contribuyen con la modificación del medio.

#### 4.2 EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) PRÓXIMA A LA ZONAS 2. AV. PARTICIPACIÓN.

En el presente cuadro se muestra las cantidades obtenidas durante las cuatro semanas de evaluación.

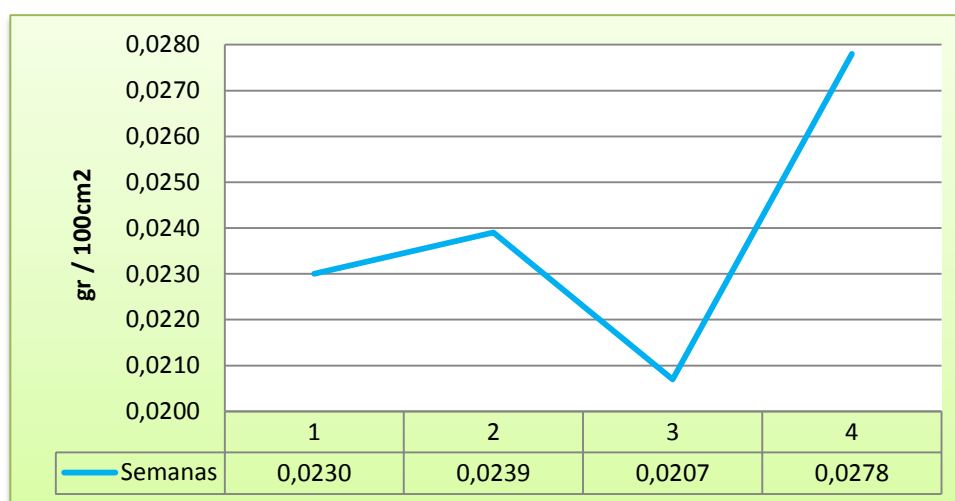
**Cuadro N° 05. Peso de las muestras en la zona 2. Av. Participación**

medidas Semanas	Kg / m <sup>2</sup>	gr / 100cm <sup>2</sup>	mg / cm <sup>2</sup>
<b>1</b>	0.000023	0.0230	0.230
<b>2</b>	0.0000239	0.0239	0.239
<b>3</b>	0.0000207	0.0207	0.207
<b>4</b>	0.0000278	0.0278	0.278
<b>Total</b>	<b>0.0000954</b>	<b>0.0954</b>	<b>0.954</b>



En el cuadro N° 05, observamos el peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), cerca al “Av. Participación” durante las cuatro semanas de evaluación, mostrando una creciente de concentración de CSA, cada semana desde la 1°, 2° semana y en la 3° semana un descenso en la concentración; pero en la 4° semana se incrementa fuertemente, esto indica que los valores obtenidos son debido por las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona e interacción de los elementos meteorológicos.

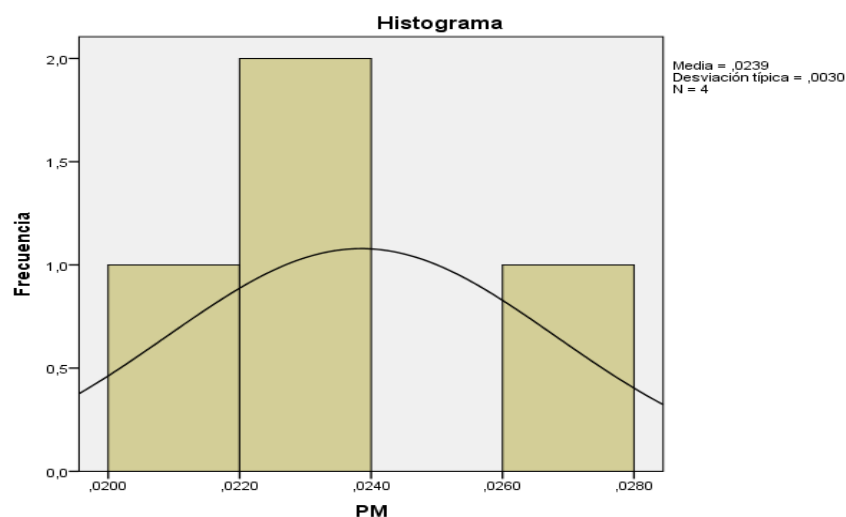
**Gráfico N° 11. Curva de líneas de muestras en la zona 2 Av. Participación**



En el gráfico N° 11, corrobora lo mencionado en el cuadro N° 05, mostrando el nivel de oscilación de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), cerca de la Av. Participación, este decrecimiento mostrado en la tercera semana, se da por la reducción de las actividades antrópicas por días feriados, el mínimo recorrido de tránsito de los automóviles grandes, medianos y pequeños, a ello incluye al movimiento de las labores cotidianas de las personas que circulan por la avenida; así mismo está influenciado por los elementos meteorológicos que se susciten para ese momento los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales y modificación del medio.

Se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov, con la finalidad de ver, que los valores de las variables de peso de la muestra de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA) pertenecientes a la estación 2 “Av. Participación”, sigan una distribución normal; donde, el valor de la significancia asintótica tiene el valor de 0,9719 mostrando que es superior a  $\alpha = 0,05$ , e indicando que las variables de los pesos de las muestras de CSA, no difiere en la distribución normal.

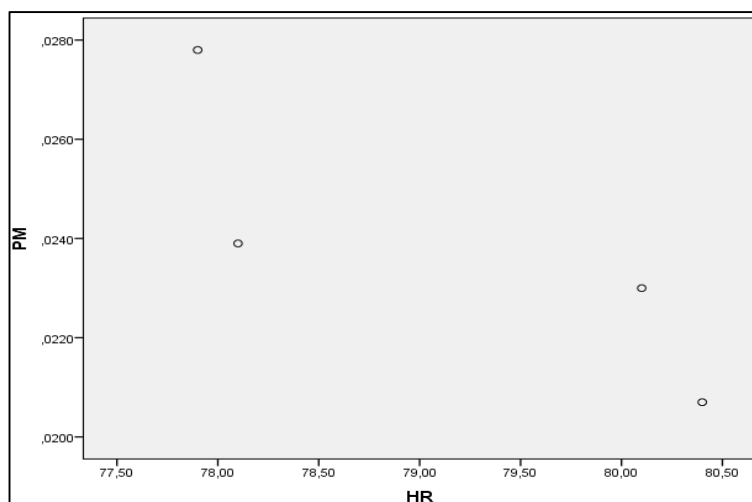
**Gráfico N° 12. Histograma de frecuencias y Peso de las muestras de CSA en la zona 2. Av. Participación.**



La gráfica N° 12, corrobora lo indicado por el cuadro N° 05, en ella se observa un histograma con las frecuencias y el peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos de la zona 2 “Av. Participación” mostrando una asimetría negativa de -0,767, expresando una curva de línea inclinado a la izquierda y cuenta con una curtosis de 1,408 de tipo platicúrtica presentando un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la región de distribución.

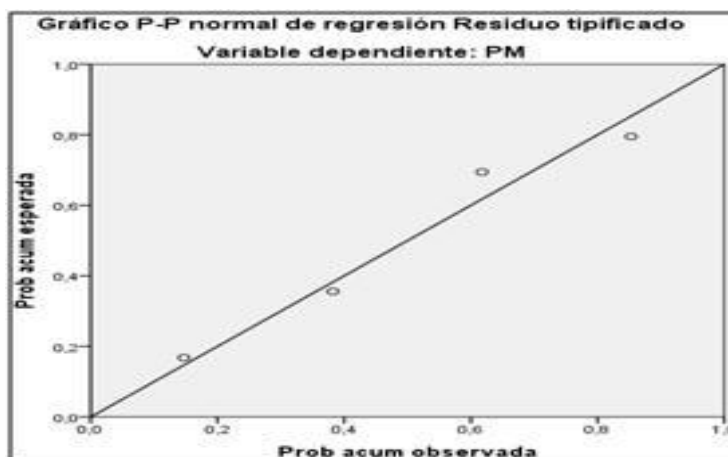
Gráficos comparativos del peso de muestra de los contaminantes solidos atmosféricos (CSA) y los elementos meteorológicos, de la Zona 2 “Av. Participación” aplicando la prueba de regresión lineal.

Gráfico N° 13. Peso de muestra versus humedad relativa



$$Y = 0,174 - 0,002X$$

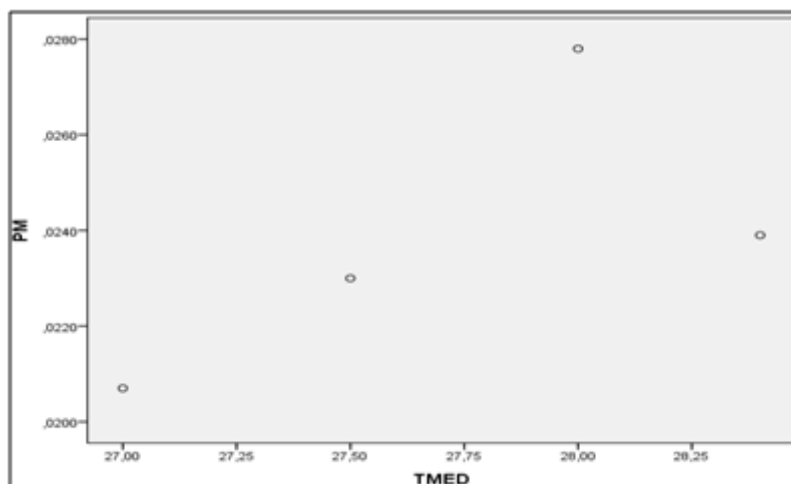
Gráfico N° 14. Regresión lineal del peso de la muestra versus humedad relativa



Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la formula  $Y = 0,174 - 0,002X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y

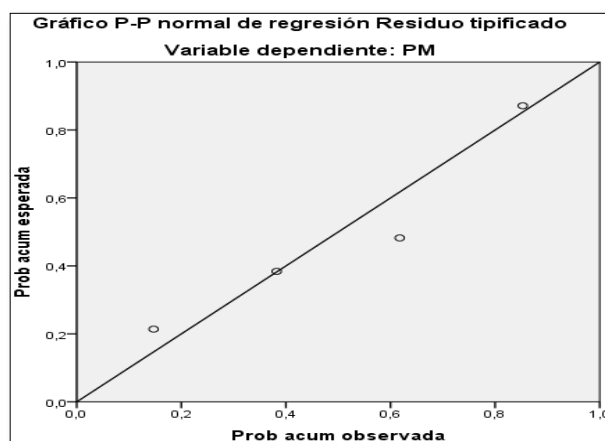
al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

**Gráfico N° 15. Peso de muestra versus temperatura media**



$$Y = -0,066 + 0,003X$$

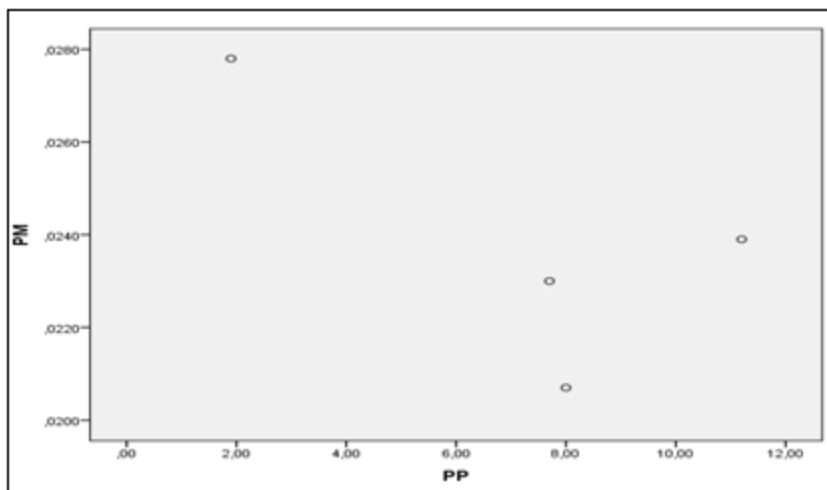
**Gráfico N° 16. Regresión lineal del peso de la muestra versus temperatura media**



Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = -0,066 + 0,003X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al

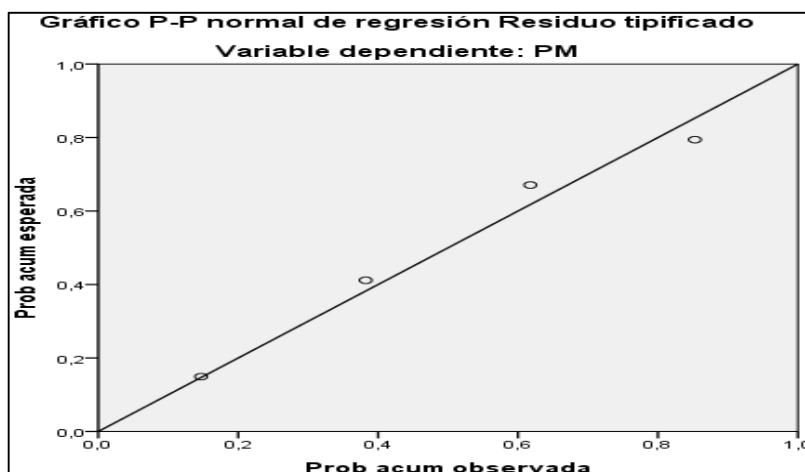
realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

**Gráfico N° 17. Peso de muestra versus precipitación**



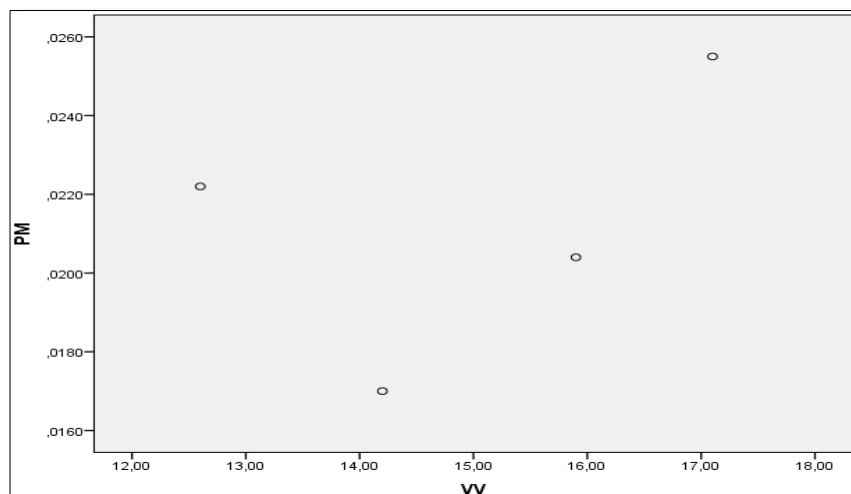
$$Y = 0,028 - 0,001X$$

**Gráfico N° 18. Regresión lineal del peso de la muestra versus precipitación**



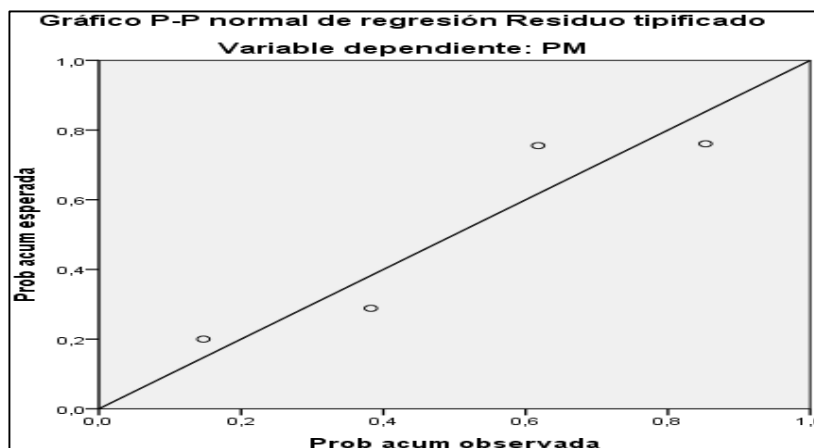
Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la formula  $Y = 0,028 - 0,001X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

Gráfico N° 19. Peso de muestra versus velocidad de viento



$$Y = 0,011 + 0,001X$$

Gráfico N° 20. Regresión lineal del peso de la muestra versus velocidad de viento



Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = 0,011 + 0,001X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

**Cuadro N° 06: Cuadro de regresión (r) de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 2 “Av. Participación”.**

<b>Elementos Meteorológicos</b>	<b>Hr</b>	<b>T°</b>	<b>PP</b>	<b>VV</b>
<b>ZONA 2 (Av. Participación) Sig. Asintótica</b>	<b>0.839</b>	<b>0.667</b>	<b>0.689</b>	<b>0.569</b>
<b>Significancia (<math>\alpha</math>)</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>

En el cuadro N° 06, observamos la interacción o relación de los elementos meteorológicos encontrados en la Zona 2 “Av. Participación”, mostrando una relación de 0.839 humedad relativa (Hr), 0.667 temperatura (T°) y una relación mínima de 0.689 precipitación (PP) y 0.569 velocidad de viento (VV). Esta relación se debe a diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona; los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales que contribuyen con la modificación del medio.

**Cuadro N° 07: Cuadro de coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>), de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 2 “Av. Participación”**

<b>Elementos Meteorológicos</b>	<b>Hr</b>	<b>T°</b>	<b>PP</b>	<b>VV</b>
<b>ZONA 2 (Av. Participación)</b>	<b>70,4%</b>	<b>44,5%</b>	<b>47,5%</b>	<b>32,4%</b>

En el cuadro N° 07, observamos la relación que existe entre los elementos meteorológicos y la estación 2 “Av. Participación”, mostrando una fuerte relación del 70,4% humedad relativa (Hr) y una relación mínima en la 44,5% temperatura (T°), 47,5% precipitación (PP) y 32,4% velocidad de viento (VV). Esta relación se debe por la influencia de la cuenca atmosférica y las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona; los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales e inmisión que contribuyen con la modificación del medio.

#### 4.3 EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) PRÓXIMA A LA ZONAS 3. CONSTRUCCIÓN.

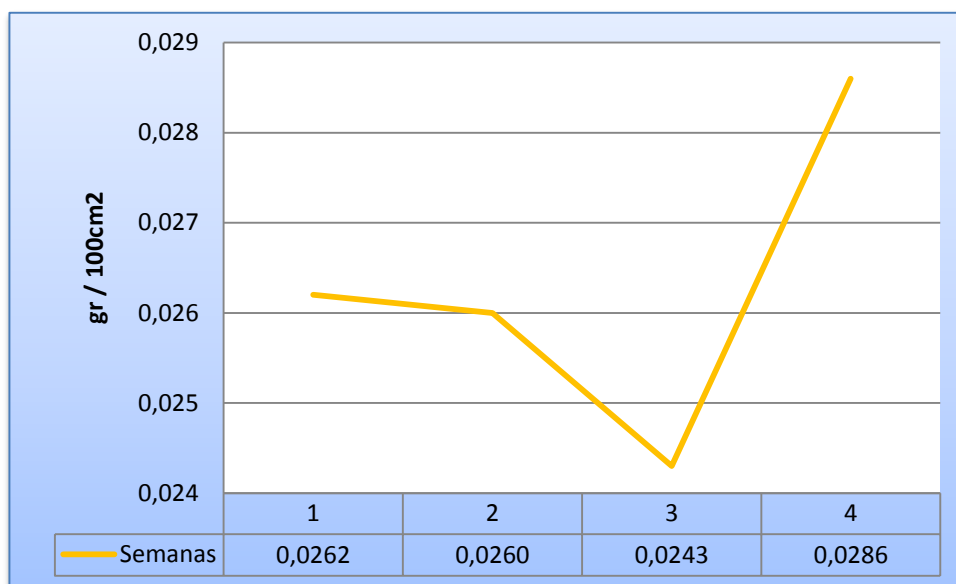
En el presente cuadro se muestra las cantidades obtenidas durante las cuatro semanas de evaluación.

**Cuadro N° 08. Peso de las muestras en la zona 3. Construcción**

<b>medidas Semanas</b>	<b>Kg / m<sup>2</sup></b>	<b>gr / 100cm<sup>2</sup></b>	<b>mg / cm<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	0.0000262	0.0262	0.262
<b>2</b>	0.0000260	0.0260	0.260
<b>3</b>	0.0000243	0.0243	0.243
<b>4</b>	0.0000286	0.0286	0.286
<b>Total</b>	<b>0.0001051</b>	<b>0.1051</b>	<b>1.051</b>

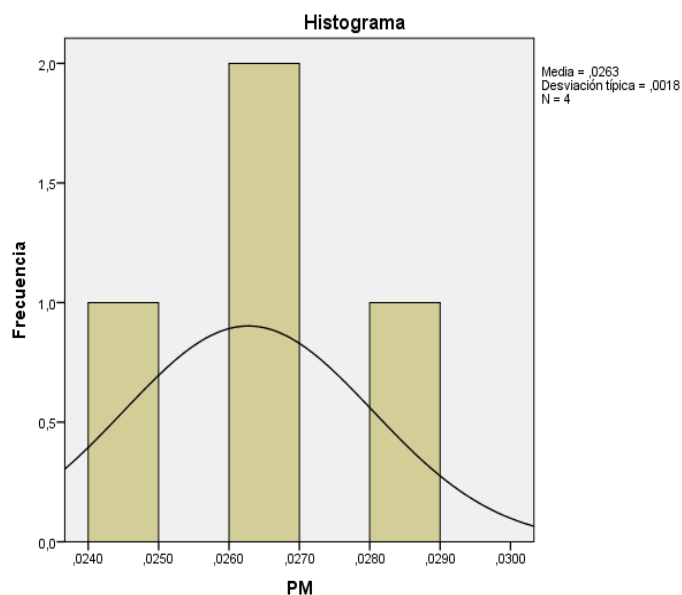
En el cuadro N° 08, observamos el peso de las muestras de los contaminantes solidos atmosféricos (CSA), cerca de "Construcción" durante las cuatro semanas de evaluación, demostrando un decrecimiento de concentración de CSA, cada semana desde la 1°, 2° y en la 3° semana; pero en la 4° semana se incrementa fuertemente, esto indica que los valores obtenidos son debido por las diversas actividades antrópicas e interacción mutuo de los elementos meteorológicos, resaltándose esto mayormente en la 4° semana.



**Gráfico N° 21. Curva de líneas de muestras en la zona 3. Construcción**

En el gráfico N° 21, corrobora con lo mencionado en el cuadro N° 08, mostrando el nivel de oscilación de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), cerca de construcción, este decrecimiento mostrado en la tercera semana, se da por la reducción de las actividades antrópicas por días feriados, descanso laborales de construcción, a ello incluye al movimiento de las labores cotidianas de las personas que circulan, ya sea en movilidad o en caminar cerca de la construcción; así como también está influenciado por los elementos meteorológicos que se susciten a ello en ese momento, los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales y modificación del medio.

Se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov – Smirnov, con la finalidad de ver, que los valores de las variables de peso de la muestra de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA) pertenecientes a la estación 3 “Construcción”, sigan una distribución normal; donde, el valor de la significancia asintótica tiene el valor de 0,9380 mostrando que es superior a  $\alpha = 0,05$ , e indicando que las variables de los pesos de las muestras de CSA, no difiere en la distribución normal.

**Gráfico N° 22. Histograma de frecuencias y Peso de las muestras de CSA en la zona 3.****Construcción.**

La gráfica N° 22, corrobora lo indicado por el cuadro N° 08, en ella se observa un histograma con las frecuencias y el peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos de la zona 3 “Construcción” mostrando una asimetría negativa de -0,5832, expresando una curva de línea inclinado a la izquierda y cuenta con una curtosis de 1,6289 de tipo platicúrtica presentando un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la región de distribución.

Gráficos comparativos del peso de muestra de los contaminantes solidos atmosféricos (CSA) y los elementos meteorológicos, de la Zona 3 “Construcción” aplicando la prueba de regresión lineal.

Gráfico N° 23. Peso de muestra versus humedad relativa

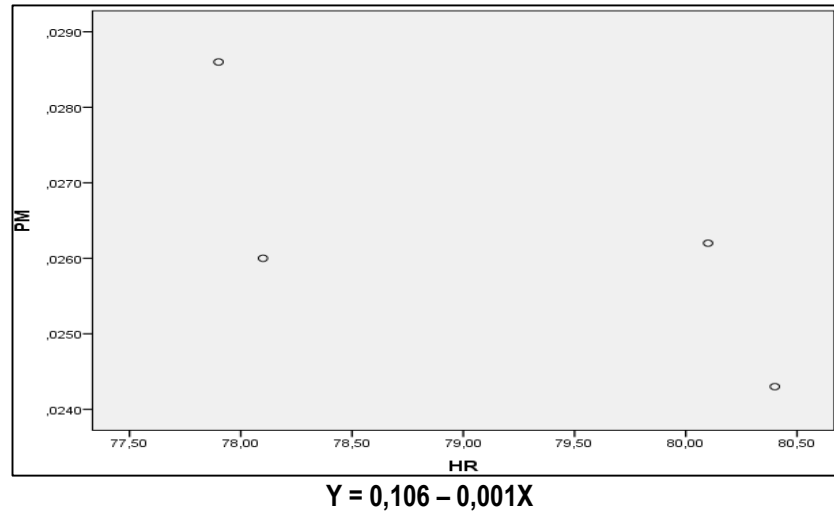
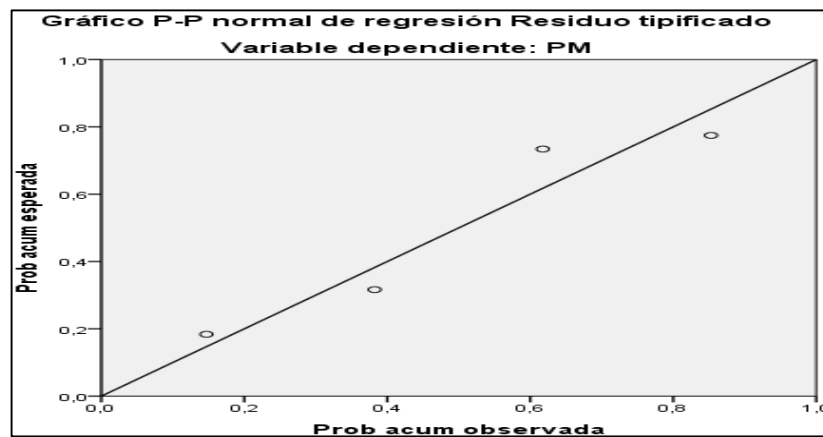
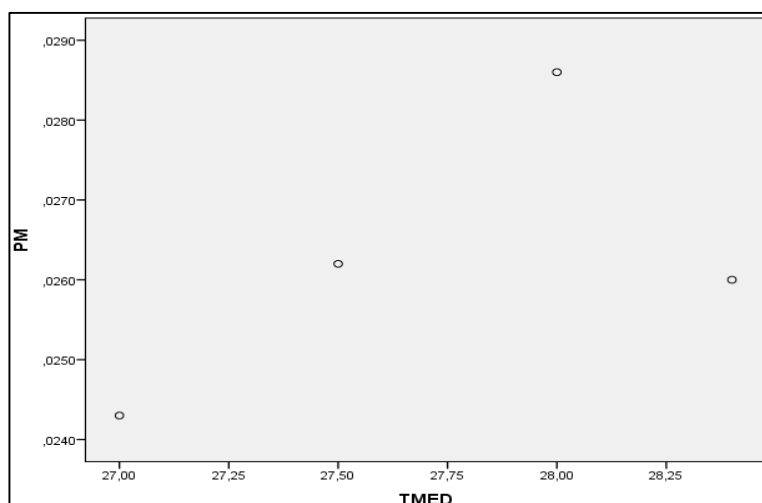


Gráfico N° 24. Regresión lineal del peso de la muestra versus humedad relativa



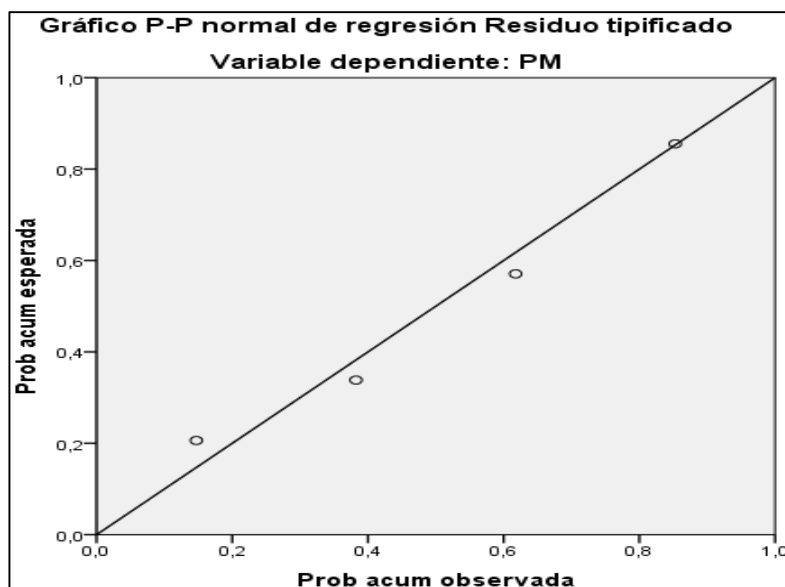
Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la formula  $Y = 0,106 - 0,001X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

Gráfico N° 25. Peso de muestra versus temperatura media



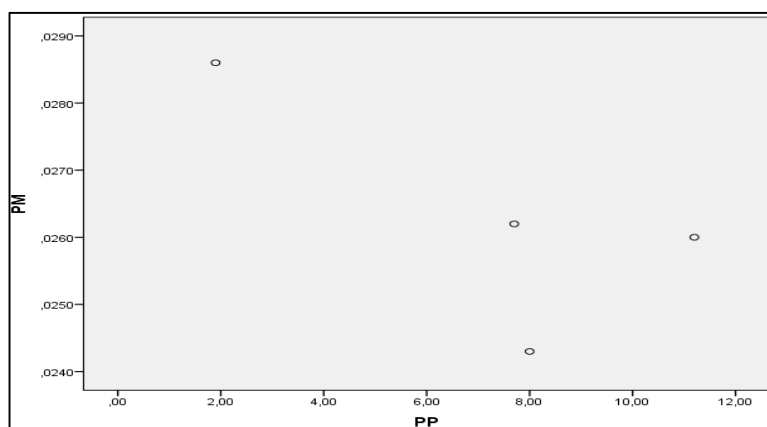
$$Y = -0,021 + 0,002X$$

Gráfico N° 26. Regresión lineal del peso de la muestra versus temperatura media



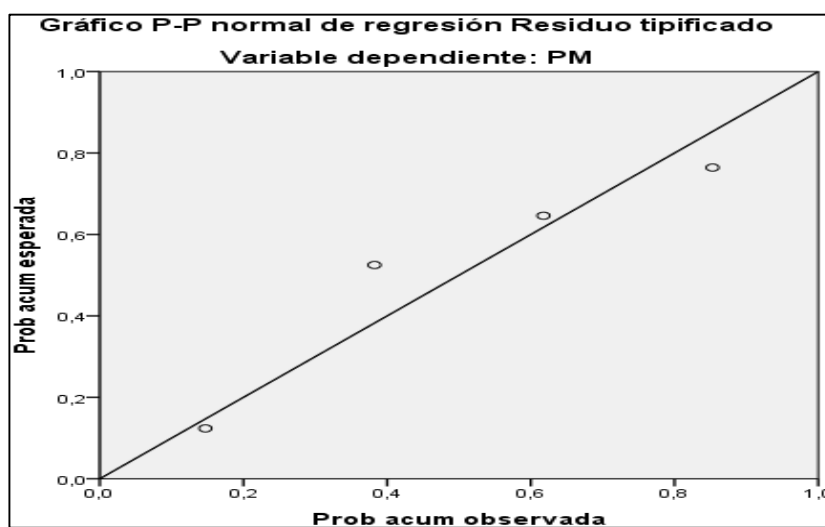
Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = -0,021 + 0,002X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

Gráfico N° 27. Peso de muestra versus precipitación



$$Y = 0,029 - 0,000X$$

Gráfico N° 28. Regresión lineal del peso de la muestra versus precipitación



Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = 0,029 + 0,000X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

Gráfico N° 29. Peso de muestra versus velocidad de viento

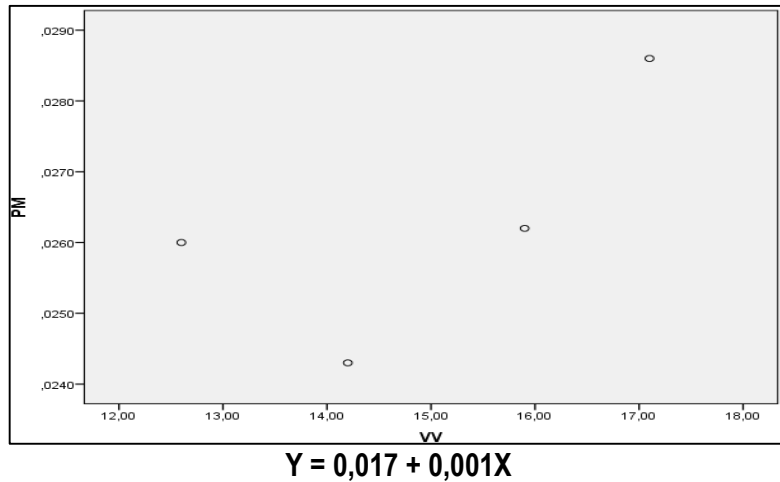
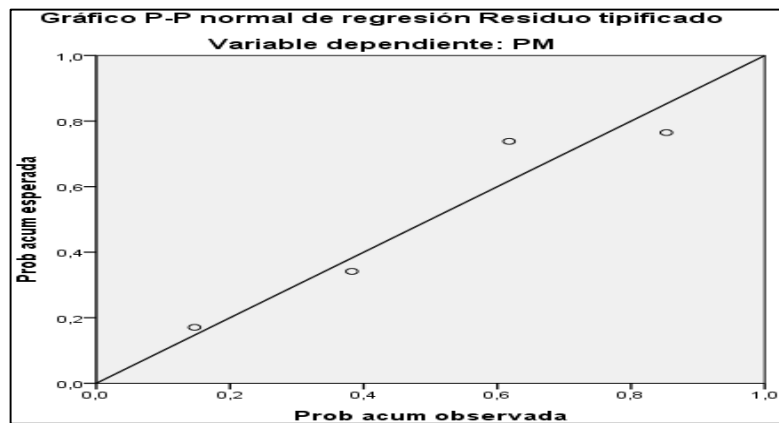


Gráfico N° 30. Regresión lineal del peso de la muestra versus velocidad de viento



Se realizó la prueba de regresión lineal para ver la tendencia de la inclinación de la línea dado por la fórmula  $Y = 0,017 + 0,001X$ , mostrando la distribución de los puntos dispersos en el plano y al realizar el análisis de regresión, se determina los nuevos valores, que siguen una distribución positiva, es decir que el incremento de X influye en el eje Y progresivamente.

**Cuadro N° 09: Cuadro de regresión (r) de Variabilidad de los elementos meteorológicos en la zona 3 “Construcción”**

Elementos Meteorológicos	Hr	T°	PP	VV
<b>ZONA 3 (Construcción)</b>	<b>0.743</b>	<b>0.590</b>	<b>0.732</b>	<b>0.676</b>
<b>Significancia (<math>\alpha</math>)</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>

En el cuadro N° 09, observamos la interacción o relación de los elementos meteorológicos encontrados en la Zona 3 “Construcción”, mostrando una relación de 0.743 humedad relativa (Hr), 0.7320 precipitación (PP) y 0.6760 velocidad de viento (VV) y una relación mínima de 0.590 temperatura (T°). Esta relación se debe a diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona; los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales y la modificación del medio.

**Cuadro N° 10: Cuadro de coeficiente de determinación ( $r^2$ ), de Variabilidad de los elementos meteorológicos en zona 3 “Construcción”**

Elementos Meteorológicos	Hr	T°	PP	VV
<b>ZONA 3 (Construcción)</b>	<b>55,3%</b>	<b>34,8%</b>	<b>53,6%</b>	<b>45,7%</b>

En el cuadro N° 10, observamos la relación que existe entre los elementos meteorológicos y la estación 3 “Construcción”, mostrando una relación medio del 55,3% humedad relativa (Hr), 53,6% precipitación (PP) y una relación mínima 45,7% velocidad de viento (VV) y con 34,8% temperatura (T°). Esta relación se debe por la influencia de la cuenca atmosférica y las diversas actividades antrópicas desarrolladas en la zona; los cuales contribuyen a generar aspectos ambientales e inmisión que contribuyen con la modificación del medio.

Para demostrar las evaluaciones dadas, se realizó la prueba de homogeneidad de Levene, con la finalidad de observar si los valores de las variables de peso de la muestra de los

contaminantes sólidos atmosféricos (CSA) pertenecientes a las tres zonas de evaluación, tienen una homogeneidad o alguna relación entre sí; donde el valor de significancia asintótica es 0,713, mostrando que es superior a  $\alpha = 0,05$ . Presentándose así; que las tres zonas o estaciones evaluadas son homogéneas, con respecto a los datos obtenidos del peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos; sin embargo los factores meteorológicos, no muestran homogeneidad entre estas mismas zonas, debido a que son diferentes por la ubicación y microclimas que les caracteriza a estas zonas donde fue instalada la estación para su respectivo evaluación.

#### 4.4 CUADRO DE COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN CONTAMINANTES SOLIDOS ATMOSFÉRICOS, (CSA) ENTRE LAS TRES ESTACIONES. PUERTO PEQUERO, AV. PARTICIPACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.

Cuadro N° 11. Cuadro comparativo de las tres zonas en las semanas de evaluación

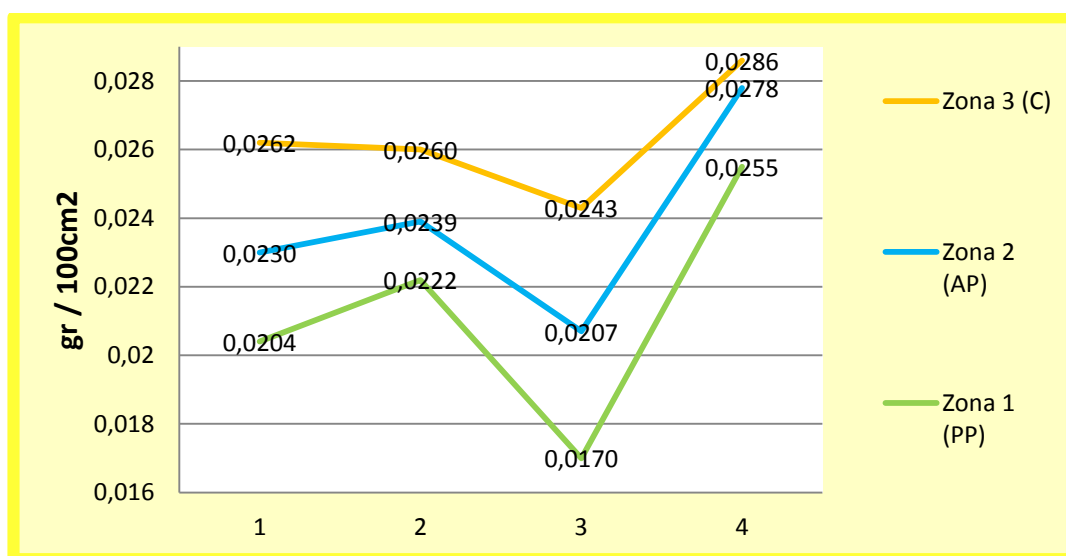
Zonas	Zona 1 (PP)	Zona 2 (AP)	Zona 3 (C)
Semanas	gr / 100cm <sup>2</sup>	gr / 100cm <sup>2</sup>	gr / 100cm <sup>2</sup>
1	0.0204	0.0230	0.0262
2	0.0222	0.0239	0.0260
3	0.0170	0.0207	0.0243
4	0.0255	0.0278	0.0286
<b>Total</b>	<b>0.0851</b>	<b>0.0954</b>	<b>0.1051</b>

En el cuadro N° 11, observamos el peso de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), de las tres zonas durante las cuatro semanas de evaluación, mostrando un promedio de concentración de CSA, por cada semana desde la 1°, 2°, 3° y la 4° semana, indicando que los valores obtenidos va en el orden de menor a mayor mostrando en la zona 3 "Construcción", es el que genera más concentración de CSA, esto es debido por las diversas actividades antrópicas propias de la zona de evaluación, movilización en transportes pequeños y grandes presentados cerca de la estación de evaluación e interacción mutuo de los elementos



meteorológicos y la formación propia de la cuenca atmosférica presentado en las zonas de evaluación.

**Gráfico N° 31. Curva de líneas de muestras en las tres zonas**



En el grafico N° 31, corrobora con lo mencionado en el cuadro N° 11, demostrando un promedio de concentración de CSA, por cada semana desde la 1°, 2°, 3° y la 4° semana, indicando que los valores obtenidos va en el orden de menor a mayor mostrando en la zona 3 “Construcción”, el que genera más concentración de CSA, esto se dio por la presencia de la actividad antrópica y movimiento de labores cotidianas, indicando que los elementos meteorológicos se relacionan todos conjunto entre sí para poder demostrar esta reacción. Ya que esto conlleva a perjudicar la salud de las personas y alteración en el medio donde hay interacción entre el hombre y su entorno.

**4.5 CUADRO TRIPTICO DE COMPARACIÓN DE OBJETOS Y MATERIALES, ENCONTRADOS EN ESTEREOSCOPIO DE LAS TRES ESTACIONES. PUERTO PEQUERO, AV. PARTICIPACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.**

**Cuadro N° 12. Cuadro tríptico comparativo de las tres zonas en las semanas de evaluación**

<b>PUERTO PEQUERO</b>	<b>AV. PARTICIPACIÓN</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>
✓ Restos de Hollín	➤ Restos de hollín	☒ Restos de insectos pequeños
✓ Restos de caucho	➤ Restos de caucho	☒ Restos de alas de zancudos
✓ Restos de fibras naturales	➤ Restos de fibras naturales	☒ Restos de insectos(Ácaros)
✓ Partículas de arcilla	➤ Fibras de fibras sintéticas	☒ Restos de polen
✓ Restos de tejidos de plantas	➤ Partículas de arcilla	☒ Restos de hongos
✓ Restos de insectos pequeños	➤ Restos de tejidos de planta	☒ Fibras de fibras sintéticas
✓ Restos de zancudos	➤ Restos de insectos(Ácaros)	☒ Restos de cerdas de animales
✓ Restos de madera seca	➤ Restos de zancudos	☒ Partículas de arcilla
✓ Gránulos de arena	➤ Restos de levaduras	☒ Restos de gránulos de arcilla
✓ Cerdas de animales	➤ Restos de madera seca	☒ Afidos
	➤ Restos de hongos	☒ Restos de levaduras.

En el cuadro N° 12, observamos los objetos y cosas encontrados en las placas receptoras de 10x 10cm obtenidos de las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), de las tres zonas durante las cuatro semanas de evaluación, indicando que no simplemente se ha encontrado material particulado; sino también otras cosas como una variedad de objetos y materiales capturados como se muestra en el cuadro de arriba, esto es debido por las diversas actividades antrópicas propias de la zona de evaluación, movilización en transportes pequeños y grandes presentados cerca de la estación de evaluación e interacción mutuo de los elementos meteorológicos y la formación propia de la cuenca atmosférica presentado en las zonas de evaluación.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Las evaluaciones, en la concentración de los contaminantes sólidos atmosféricos en las tres zonas son diferentes, por su ubicación y las actividades antrópicas propias que se realiza en cada zona o estación, como también los elementos meteorológicos presentados como microclimas en las zonas de manera in situ, ya que era necesario hacer la evaluación de manera independiente.
- ✓ El método gravimétrico, si es aplicable para la evaluación de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), para poder realizar estudios con respecto a la captura de las partículas sólidas atmosféricas por gravedad en placas abiertas.
- ✓ De las tres Estaciones evaluadas en el ámbito de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA), la zona 3 "Construcción", es el mayor concentración de partículas de los CSA obtenido, mostrando un valor de 0,1051 en la Estación de Construcción, en total durante las cuatro semanas de evaluación seguido de la Estación 2 "Av. Participación" 0,0954 y Estación 1 "Puerto Pesquero". 0,0851.
- ✓ Las muestras de los contaminantes sólidos atmosféricos (CSA) de las tres estaciones encontrados en sus diferentes lugares, sobrepasan los límites máximos permisibles (LMP), declarados por el Organismo Mundial de la Salud (OMS) que establece que 0.05 mg/cm<sup>2</sup>, es permitido durante un mes de (CSA )por 10cm<sup>2</sup> x10cm<sup>2</sup>. Por lo que en las muestras obtenidas de las tres estaciones son valores que sobrepasan con 0,1051mg/cm<sup>2</sup> Estación de Construcción en total durante un mes de evaluación seguido de la Estación 2 "Av. Participación" 0,0954mg/cm<sup>2</sup> y Estación 1 "Puerto Pesquero". 0,0851mg/cm<sup>2</sup>.

- ✓ Los Límites máximos permisibles declarados de SENAMHI y DIGESA –DIRESA, son iguales a la declaración con el Organismo Mundial de la Salud (OMS) estableciendo en 0.05 mg/cm<sup>2</sup>, permitido durante un mes de (CSA) por 10cm<sup>2</sup>x10cm<sup>2</sup>. En un área o estación donde se realizan los monitoreos correspondientes; por lo que los datos obtenidos en los monitoreos durante las cuatro semanas (1 mes), has sido efectivo e indicando que las zonas donde ha sido evaluado, se encuentran en gran problema de contaminación atmosférica por Partículas sólidas atmosféricas, ya que sobrepasan los límites máximos permisibles para las personas, incumpliendo el artículo 2 del inciso 22 de la constitución de la política del Perú donde establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda hacer más estudios y evaluaciones a niveles distritales y provinciales en el tema de contaminantes sólidos atmosféricos y el riesgo afectado en la salud de las personas.
- ✓ Trabajar en zonas de gran importancia local, con estudiantes del curso de contaminación atmosférica, incentivando a realizarse prácticas en el curso que mencione el tema de contaminantes sólidos atmosféricos aplicando herramientas sencillas para la evaluación.
- ✓ Que se incentive la investigación en contaminación atmosférica, para tener más conocimiento con respecto a los posibles efectos que conlleva a la salud de las personas. Como también amplificar más estudios en diferentes zonas aparte de la evaluación dada en esta investigación.
- ✓ Tener en cuenta la obtención de los resultados, al momento de sacar las placas con muestra de las zonas evaluadas y obtener los datos de los pesos con la placa de vidrio, con aceite y con muestra, en el mismo día que se muestrea.

## BIBLIOGRAFÍA

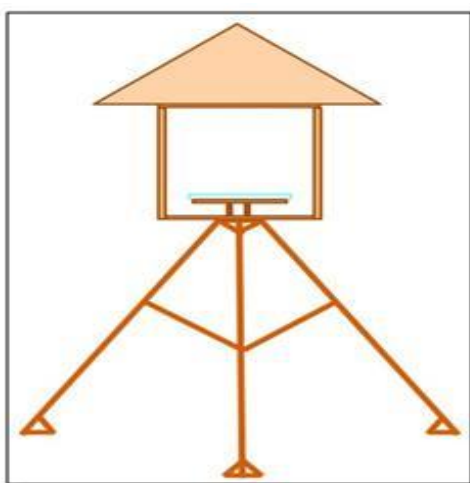
1. **APOLONIO, JUÁREZ, & ERIKA, MARTÍNEZ (2009)**. Problemática de la contaminación atmosférica y sus efectos pg 58.
2. **BANCO MUNDIAL (2003)**. Estadística de enfermedades por contaminación atmosférica. Pg. 70.
3. **COHEN Y OTROS, (2004)**. Causas y efectos por la contaminación del aire. pg 39.
4. **DIGESA (2005)**. Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Perú pg. 71.
5. **DOCKERY D, POPE (1994)**. Efectos químicos y físicos de los contaminantes sólidos atmosféricos. Pg. 67.
6. **DS.N° 003-2008- MINAN (2008)**. Estándares de calidad ambiental para el aire. pg. 3.
7. **DS.N° 009-2003-SA (2003)**. Reglamento de los estados de alerta nacional para contaminantes del aire. Pg. 72.
8. **FERRER JIMY (2008)**. Contaminación atmosférica y efectos sobre la salud en la zona metropolitana del valle de México. Pg.40.
9. **GAUTAM (2004)**. Categoría de niveles de contaminantes atmosféricos. Pg. 29.
10. **GEO4 (2007)**. Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. 978-92-807-2838-5 (Edición en tapa dura PNUMA) DEW/0964/NA.
11. **GEO5 (2012)**. Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. Edición en tapa dura PNUMA. pg 553.
12. **GERARD, KIELY (2010)**. Propiedades químicas del aire y sus causas por contaminación. Pg. 35.
13. **GUTIÉRREZ S. JORGE (2000)**. La contaminación del aire por emisiones gaseosas y su regulación en el Perú. Perú pg. 21.
14. **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (Ley N° 28611)**

15. **MARTÍNEZ A. ERNESTO & DÍAZ DE MERA MORALES YOLANDA (2004)**. Contaminación atmosférica. Universidad de Castilla-La Mancha. 2004 ISBN8484273245, 9788484273240 pág. 13.
16. **MORRIS ET AL. (2011)**. Estudio de partículas y nano partículas. Pg. 50.
17. **MUÑOZ ANA MARCELA (2006)**. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en adultos que laboran a diferentes niveles de exposición. Colombia pg.171.
18. **OMS (WHO 2006)**. Control de partículas sedimentadas a nivel mundial. Pg. 90.
19. **PORTA ATILIO ANDRÉS (2011)**. Manual nacional para inspectores ambientales. Buenos Aires pg. 178.
20. **RETC (2012)**. Registro de emisiones y transferencias de contaminantes del año 2005-2009, Chile pg. 189.
21. **ROMIEU, I. Y V.H. BORJA-ABURTO (1997)**. Contaminación atmosférica por partículas y mortalidad diaria: ¿Se pueden generalizar los resultados a los países de Latinoamérica? *Salud Pública de México* 39: 403-411.
22. **SENAHMI (2005 – 2007)**. Datos Meteorológicos de la ciudad de Iquitos. Estación de Iquitos.
23. **SENAMHI (2011)**. Evaluación de la calidad del aire en lima metropolitana 2011. Perú. Pg. 70.
24. **SILVA JOSÉ & MONTOYA ZARELA (2004)**. Análisis de la relación entre el comportamiento estacional de los contaminantes sólidos sedimentables con las condiciones meteorológicas predominantes en la zona metropolitana de lima - callao durante el año 2004. Perú, pg. 8.
25. **VALDERRAMA ANDRÉS (2008)**. Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos – Lima. Perú pg. 58.
26. **WHO; CARNELLEY (2011)**. Concentración de partículas sólidas atmosféricas en áreas abiertas, pg. 68.

# **A N E X O**

ANEXO 1

Armado y Pintado de las Casetas



**Imagen N° 02.** Diseño de la caseta para colocar como estación de muestreo en los puntos dados.



**Imagen N° 03.** Pintado de la caseta estación N° 1. Pesquero.



**Imagen N° 04.** Pintado de la caseta estación N° 2. Av. Participación.



**Imagen N° 05.** Pintado de la caseta estación N° 3. Construcción.



## ANEXO 2

### Georreferenciación de las Casetas en los Puntos Dados



Imagen N° 06. Georreferenciación de la estación N° 1. Puerto Pesquero.



Imagen N° 07. Georreferenciación de la estación N° 2. Av. Participación.



Imagen N° 08. Georreferenciación de la estación N° 2. Construcción.

### ANEXO 3

#### Peso de Placas de Vidrio, Aceite y con Muestra



**Imagen N° 09.** Rotulación de las Placas 10x10cm<sup>2</sup>, para su correspondiente pesado en la balanza analítica. CIRNA – UNAP.



**Imagen N° 10.** Pesado solo las Placas 10x10cm<sup>2</sup>, en la balanza analítica. CIRNA – UNAP.



**Imagen N° 11.** Pesado las Placas 10x10cm<sup>2</sup>, con aceite Poliglicol (Aceite para freno de moto) en la balanza analítica. CIRNA – UNAP.



**Imagen N° 12.** Colocación de las placas ya pesados en el multiusos para su traslado a la estación de muestreo. CIRNA – UNAP.

#### ANEXO 4

#### Observación de las Placas con Muestra con Estereoscopio



**Imagen N° 13.** Observación de las placas con muestra en el Estereoscopio; Facultad de Forestales – Área de Bioquímica, encargado Blgo. Mara Para.



**Imagen N° 14.** Observación de las placas con muestra de las tres estaciones en el Estereoscopio; Facultad de Forestales – Área de Bioquímica, encargado Blgo. Mara Para.



**ANEXO 5**

**Ubicación de las Zonas de Evaluación**



**Imagen N° 15.** Monitoreo de la Estación N°1. Puerto Pesquero, y Observación de las placas.



**Imagen N° 16.** Monitoreo de la Estación N° 2. Av. Participación, y Observación de las placas.



**Imagen N° 17.** Monitoreo de la Estación N° 3. Cerca de Construcción, y Observación de las placas.

## ANEXO 6

Imagen N° 18. Datos meteorológicos del mes de Marzo brindados por SENAMHI

Fecha	PRECIPITACION	T MIN	T MAX	T*	HR MIN	HR MAX	HR*	VELC VIENTO
01/03/2015	0.0	24.2	31.2	27.7	64.0	94.0	79.0	10.2
02/03/2015	22.2	22.2	28.3	25.3	69.0	98.0	83.5	21.8
03/03/2015	0.0	24.1	34.3	29.2	51.0	97.0	74.0	15.5
04/03/2015	0.0	24.9	34.4	29.7	54.0	93.0	73.5	9.8
05/03/2015	18.6	23.5	34.0	28.8	57.0	99.0	78.0	21.6
06/03/2015	3.0	23.7	27.4	25.6	82.0	99.0	90.5	9.2
07/03/2015	0.9	23.9	31.2	27.6	64.0	96.0	80.0	14.3
08/03/2015	16.5	22.6	29.6	26.1	67.0	98.0	82.5	25.1
09/03/2015	7.7	23.6	31.3	27.5	63.5	96.8	80.1	15.9
10/03/2015	24.6	23.6	33.1	28.3	57.0	99.0	78.0	13.6
11/03/2015	19.2	23.2	37.3	30.3	47.0	99.0	73.0	14.2
12/03/2015	15.0	22.7	30.2	26.5	67.0	98.0	82.5	16.6
13/03/2015	0.0	22.7	33.0	27.9	57.0	97.0	77.0	8.3
14/03/2015	0.6	24.0	37.0	30.5	48.0	95.0	71.5	15.7
15/03/2015	27.0	23.3	32.7	28.0	61.0	99.0	80.0	13.3
16/03/2015	0.6	23.4	30.0	26.7	69.0	99.0	84.0	9.1
17/03/2015	11.2	23.3	33.4	28.4	58.0	98.1	78.1	12.6
18/03/2015	0.0	24.1	32.8	28.5	55.0	96.0	75.5	7.3
19/03/2015	4.8	23.9	30.9	27.4	62.0	98.0	80.0	14.1
20/03/2015	2.4	23.2	29.6	26.4	68.0	98.0	83.0	14.2
21/03/2015	32.4	22.5	28.7	25.6	76.0	99.0	87.5	14.1
22/03/2015	0.0	22.3	34.0	28.2	55.0	98.0	76.5	15.7
23/03/2015	16.8	23.0	31.4	27.2	63.0	98.0	80.5	14.9
24/03/2015	6.6	21.4	30.5	26.0	67.0	97.0	82.0	22.8
25/03/2015	1.2	22.4	30.8	26.6	61.0	96.0	78.5	10.2
26/03/2015	8.0			27.0			80.4	14.2
27/03/2015	0.0	24.0	32.2	28.1	59.0	96.0	77.5	11.5
28/03/2015	3.6	23.4	31.9	27.7	60.0	96.0	78.0	26.1
29/03/2015	0.0	24.1	33.4	28.8	53.0	95.0	74.0	15.4
30/03/2015	0.0	24.2	34.1	29.2	52.0	96.0	74.0	22.1
31/03/2015	9.6	23.3	30.0	26.7	73.0	98.0	85.5	15.4
32/03/2015	0.0	23.3	31.2	27.3	61.0	97.0	79.0	11.5
33/03/2015	0.0	23.5	33.5	28.5	58.0	97.0	77.5	17.4
34/03/2015	1.9	23.7	32.3	28.0	59.4	96.4	77.9	17.1

## ANEXO 7

Imagen N° 19. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Sólidos Atmosféricos (CSA) en la Estación N° 1 Puerto Pesquero.

<b>Puerto Pesquero</b>					
<b>N°</b>	<b>Peso Vidrio</b>	<b>Peso Vidrio c/n Aceite</b>	<b>Peso del Aceite</b>	<b>Peso del V/A/M</b>	<b>Peso de la Muestra</b>
1	96.7907	96.8927	0.1020	96.9214	0.0287
2	96.6542	96.8830	0.2288	96.8945	0.0115
3	94.4391	94.8606	0.4215	94.8927	0.0321
4	95.4492	95.6806	0.2314	95.7057	0.0251
5	94.3157	94.5420	0.2263	94.5565	0.0145
6	94.7720	95.0566	0.2846	95.0748	0.0182
7	96.1291	96.5382	0.4091	96.5585	0.0203
8	96.1278	96.4153	0.2875	96.4284	0.0131
		95.8586		95.8791	0.0204
9	96.4783	96.7203	0.2420	96.7409	0.0206
10	96.4190	96.5374	0.1184	96.5498	0.0124
11	96.7404	97.0656	0.3252	97.0868	0.0212
12	94.8753	95.1963	0.3210	95.2115	0.0152
13	96.8604	97.3458	0.4854	97.3838	0.0380
14	94.4367	94.7067	0.2700	94.7496	0.0429
15	94.2602	94.5412	0.2810	94.5535	0.0123
16	95.8811	96.0888	0.2077	96.1038	0.0150
		96.0253		96.0475	0.0222
17	94.2399	94.3484	0.1085	94.3685	0.0201
18	97.8080	97.9799	0.1719	97.9907	0.0108
19	96.7452	96.8705	0.1253	96.8818	0.0113
20	96.7168	96.8188	0.1020	96.8329	0.0141
21	96.5046	96.6308	0.1262	96.6555	0.0247
22	97.7016	97.8375	0.1359	97.8565	0.0190
23	96.7832	96.9974	0.2142	97.0142	0.0168
24	96.3784	96.5768	0.1984	96.5957	0.0189
		96.7575		96.7745	0.0170
25	94.0230	94.1857	0.1627	94.2178	0.0321
26	96.6532	96.8858	0.2326	96.9020	0.0162
27	98.1622	98.2662	0.1040	98.2955	0.0293
28	95.8387	96.0530	0.2143	96.0852	0.0322
29	94.2430	94.4150	0.1720	94.4362	0.0212
30	96.5369	96.6394	0.1025	96.6641	0.0247
31	94.3386	94.5378	0.1992	94.5609	0.0231
		95.8547		95.8802	0.0255

## ANEXO 8

Imagen N° 20. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Sólidos Atmosféricos (CSA) en la Estación N° 2 Av. Participación.

<b>Av. Participación</b>					
<b>N°</b>	<b>Peso Vidrio</b>	<b>Peso Vidrio c/n Aceite</b>	<b>Peso del Aceite</b>	<b>Peso del V/A/M</b>	<b>Peso de la Muestra</b>
1	96.8604	97.3458	0.4854	97.3838	0.0380
2	97.8080	97.9799	0.1719	97.9907	0.0108
3	96.1154	96.3384	0.2230	96.3742	0.0358
4	94.4467	94.5667	0.1200	94.5996	0.0329
5	96.7452	96.8705	0.1253	96.8818	0.0113
6	97.1623	97.4833	0.3210	97.5048	0.0215
7	94.8640	94.9904	0.1264	95.0125	0.0221
8	95.6877	95.7873	0.0996	95.7989	0.0116
		96.4203		96.4433	0.0230
9	97.9117	98.2227	0.3110	98.2489	0.0262
10	96.6532	96.8858	0.2326	96.9020	0.0162
11	96.2532	96.5062	0.2530	96.5293	0.0231
12	95.8811	96.0888	0.2077	96.1038	0.0150
13	95.5029	95.6425	0.1396	95.6897	0.0472
14	96.0842	96.2548	0.1706	96.2894	0.0346
15	96.2952	96.3863	0.0911	96.3989	0.0126
16	95.3079	95.4422	0.1343	95.4585	0.0163
		96.4287		96.4526	0.0239
17	98.8863	99.0631	0.1768	99.0946	0.0315
18	96.9529	97.1294	0.1765	97.1461	0.0167
19	96.6060	96.7879	0.1819	96.7984	0.0105
20	96.0920	96.2325	0.1405	96.2454	0.0129
21	95.3098	95.4957	0.1859	95.5317	0.0360
22	96.0362	96.1558	0.1196	96.1742	0.0184
23	95.2051	95.3647	0.1596	95.3853	0.0206
24	96.6218	96.8532	0.2314	96.8724	0.0192
		96.6353		96.6560	0.0207
25	97.4665	97.6756	0.2091	97.7079	0.0323
26	93.8130	93.9314	0.1184	93.9514	0.0200
27	97.9349	98.0396	0.1047	98.0737	0.0341
28	95.7981	95.9543	0.1562	95.9944	0.0401
29	95.0839	95.2851	0.2012	95.3068	0.0217
30	94.9161	95.0793	0.1632	95.1025	0.0232
31	94.8820	94.9904	0.1084	95.0134	0.0230
		95.8508		95.8786	0.0278

## ANEXO 9

Imagen N° 21. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Sólidos Atmosféricos (CSA) en la Estación N° 3. Construcción.

Construcción					
N°	Peso Vidrio	Peso Vidrio c/n Aceite	Peso del Aceite	Peso del V/A/M	Peso de la Muestra
1	95.3791	95.4884	0.1093	95.5182	0.0298
2	97.4994	97.6244	0.1250	97.6345	0.0101
3	95.1839	95.4190	0.2351	95.4622	0.0432
4	96.8510	96.9690	0.1180	97.0217	0.0527
5	96.5436	96.6493	0.1057	96.6596	0.0103
6	95.2201	95.3546	0.1345	95.3780	0.0234
7	98.1558	98.4558	0.3000	98.4826	0.0268
8	94.0737	94.3349	0.2612	94.3483	0.0134
		96.2869		96.3131	0.0262
9	95.8931	96.1065	0.2134	96.1328	0.0263
10	97.6551	97.7590	0.1039	97.7751	0.0161
11	96.9104	97.2216	0.3112	97.2467	0.0251
12	97.3264	97.6414	0.3150	97.6627	0.0213
13	94.9299	95.2111	0.2812	95.2472	0.0361
14	96.8993	97.0412	0.1419	97.0888	0.0476
15	98.2648	98.4545	0.1897	98.4758	0.0213
16	95.9904	96.2084	0.2180	96.2227	0.0143
		96.9555		96.9815	0.0260
17	97.3143	97.4526	0.1383	97.4797	0.0271
18	97.0434	97.2399	0.1965	97.2578	0.0179
19	97.2388	97.4909	0.2521	97.5073	0.0164
20	93.9673	94.2104	0.2431	94.2227	0.0123
21	96.6945	97.0157	0.3212	97.0699	0.0542
22	94.9554	95.2105	0.2551	95.2341	0.0236
23	95.7055	95.8409	0.1354	95.8627	0.0218
24	96.9348	97.0714	0.1366	97.0928	0.0214
		96.4415		96.4659	0.0243
25	95.9668	96.0959	0.1291	96.1294	0.0335
26	96.3285	96.5101	0.1816	96.5326	0.0225
27	95.6580	95.7669	0.1089	95.7991	0.0322
28	97.1951	97.3377	0.1426	97.3713	0.0336
29	95.2483	95.4604	0.2121	95.4855	0.0251
30	96.6897	96.7902	0.1005	96.8188	0.0286
31	95.8457	95.9524	0.1067	95.9774	0.0250
	96.3085	96.2734		96.3020	0.0286



## ANEXO 10

**Imagen N° 22. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Sólidos Atmosféricos (CSA) de las tres Estaciones transportando los datos al programa SPSS – Vista de Variables.**

DATOS KING LEE TESIS.sav [Conjunto\_de\_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	zonas	Numérico	8	0	zonas de mues...	{1, Z1}...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	Repetic	Numérico	8	0	Repeticiones	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
3	PVA	Numérico	8	4		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4	PVAM	Numérico	8	4		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
5	PM	Numérico	8	4		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
6	HR	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
7	TMED	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
8	PP	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
9	VV	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada

**Imagen N° 23. Datos de las muestras de peso de los Contaminantes Sólidos Atmosféricos (CSA) de las tres Estaciones transportando los datos al programa SPSS – Vista de Datos.**

DATOS KING LEE TESIS.sav [Conjunto\_de\_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

	zonas	Repetic	PVA	PVAM	PM	HR	TMED	PP	VV	var
1	1	1	95,8586	95,8791	,0204	80,10	27,50	7,70	15,90	
2	1	2	96,0253	96,0475	,0222	78,10	28,40	11,20	12,60	
3	1	3	96,7575	96,7745	,0170	80,40	27,00	8,00	14,20	
4	1	4	95,8547	95,8802	,0255	77,90	28,00	1,90	17,10	
5	2	1	96,4203	96,4433	,0230	80,10	27,50	7,70	15,90	
6	2	2	96,4287	96,4526	,0239	78,10	28,40	11,20	12,60	
7	2	3	96,6353	96,6560	,0207	80,40	27,00	8,00	14,20	
8	2	4	95,8508	95,8786	,0278	77,90	28,00	1,90	17,10	
9	3	1	96,2869	96,3131	,0262	80,10	27,50	7,70	15,90	
10	3	2	96,9555	96,9815	,0260	78,10	28,40	11,20	12,60	
11	3	3	96,4415	96,4659	,0243	80,40	27,00	8,00	14,20	
12	3	4	96,2734	96,3020	,0286	77,90	28,00	1,90	17,10	