

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**MONITOREO DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE Y SU
RELACIÓN CON LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS EN EL
DISTRITO DE HUALMAY, OCTUBRE – DICIEMBRE DEL 2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

VINIE LEE SILVA ALVARADO

HUACHO – PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**MONITOREO DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE Y SU
RELACIÓN CON LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS EN EL
DISTRITO DE HUALMAY, OCTUBRE – DICIEMBRE DEL 2019.**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador



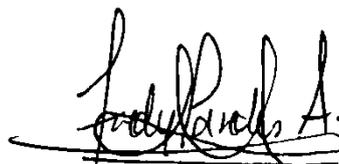
**Dra. María del Rosario Utia Pinedo
PRESIDENTE**



**Mg. Sc. Teodocio Celso Quispe Ojeda
SECRETARIO**



**Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto
VOCAL**



**M(o) Fredy Roman Paredes Aguirre
ASESOR**



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°022-2021-FIAIAyA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la ciudad de Huacho, el día 19 de abril del 2021, siendo las 16:00 horas en la sala virtual de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

Presidente	Dra. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO	DNI N° 07922793
Secretario	Mg. Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA	DNI N° 20022994
Vocal	Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO	DNI N° 06723932
Asesor	M(o) FREDY ROMAN PAREDES AGUIRRE	DNI N° 15859960

Para evaluar la sustentación virtual de la TESIS TITULADA: **“Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, octubre - diciembre del 2019.”**

El postulante al Título Profesional de **Ingeniero Ambiental** don: **VINIE LEE SILVA ALVARADO** identificado con DNI N°75677090, procedió a la sustentación virtual de Tesis, autorizada mediante Resolución de Decanato N°0166-2021-FIAIAyA de fecha 15/04/2021, de conformidad con las disposiciones vigentes el postulante si absolvió las interrogantes que le formularon los miembros del Jurado.

Concluida la sustentación virtual de Tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando el candidato aprobado por unanimidad con la nota de:

CALIFICACIÓN		EQUIVALENCIA	CONDICIÓN
NÚMERO	LETRAS		
17	Diecisiete	Bueno	Aprobado

Siendo las 17:11 horas del día 19 de abril del 2021, se dio por concluido el ACTO DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL, de la Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, inscrito en el folio N°169 del Libro de Actas



Dra. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO
Presidente



Mg. Sc. TEODOSIO CELSO QUISPE OJEDA
Secretario



Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO
Vocal



M(o) FREDY ROMAN PAREDES AGUIRRE
Asesor

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, quienes son merecedores de todos los logros que llegue a alcanzar, que, con su esfuerzo, exigencia, dedicación, enseñanza y apoyo constante, colaboraron a mi superación diaria e influyen directamente en mi formación como persona.

Vinie Lee Silva Alvarado

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a mi asesor M(o). Fredy Román Paredes Aguirre por su orientación constante a lo largo del desarrollo de la investigación.

A los ingenieros que me han brindado sus enseñanzas, orientaciones y experiencias, colaborando profesionalmente a sentar las bases y encaminarme como futuro ingeniero

Vinie Lee Silva Alvarado

ÍNDICE

PORTADA	i
CONTRAPORTADA.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN.....	18
1. CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	19
1.2. Formulación del problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos de la investigación	20
1.3.1. Objetivo general	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Justificación de la investigación	21
1.5. Delimitaciones de la investigación	21
1.5.1. Delimitación espacial	21
1.5.2. Delimitación temporal	21
1.6. Viabilidad de la investigación.....	21
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22

2.1.1.	Antecedentes internacionales	22
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	25
2.2.	Bases teóricas.....	27
2.2.1.	Calidad de aire	27
2.2.2.	La contaminación atmosférica y el hombre.....	28
2.2.3.	Clasificación de los contaminantes atmosféricos (Valle, 2018).....	29
2.2.4.	Fuentes de los contaminantes atmosféricos y del PAS (Valle, 2018)	29
2.2.5.	Efectos del polvo PAS	30
2.2.6.	Normativa referente al PAS.....	31
2.2.7.	Metodologías de monitoreo	32
2.2.8.	Datos Climatológicos	32
2.3.	Definiciones conceptuales	33
2.4.	Formulación de la hipótesis	34
2.4.1.	Hipótesis de investigación	34
2.4.2.	Hipótesis nula	34
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.1.	Lugar de ejecución.....	35
3.1.1.	Ubicación.....	35
3.2.	Área, sector y programa.....	35
3.3.	Diseño metodológico	35
3.3.1.	Tipo de investigación.....	35
3.3.2.	Nivel de la investigación.	35
3.3.3.	Diseño de investigación.....	36
3.3.4.	Enfoque.....	37
3.4.	Población y muestra.....	37
3.5.	Determinación de variables e indicadores	37
3.5.1.	Variable independiente	37

3.5.2.	Variable dependiente	37
3.6.	Técnicas e instrumentos para la obtención de datos	39
3.6.1.	Técnicas empleadas	39
3.6.2.	Descripción de los instrumentos.....	43
3.7.	Procesamiento y análisis estadístico de datos	44
3.7.1.	Word 2019	44
3.7.2.	PowerPoint 2019.....	44
3.7.3.	Excel 2019	44
3.7.4.	AutoCAD 2019.....	44
3.7.5.	IMB SPSS Statistics 22	44
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	45
4.1.	Análisis de recopilación de datos de las IRAs	45
4.2.	Análisis por fecha de monitoreo	46
4.2.1.	Primer día de monitoreo 10/10/2019 (Primer Jueves).....	46
4.2.2.	Segundo día de monitoreo 16/10/2019 (Primer Miércoles)	47
4.2.3.	Tercer día de monitoreo 22/10/2019 (Primer Martes).....	48
4.2.4.	Cuarto día de monitoreo 28/10/2019 (Primer Lunes).....	49
4.2.5.	Quinto día de monitoreo 03/11/2019 (Primer Domingo)	50
4.2.6.	Sexto día de monitoreo 09/11/2019 (Primer Sábado)	51
4.2.7.	Séptimo día de monitoreo 15/11/2019 (Primer Viernes).....	52
4.2.8.	Octavo día de monitoreo 21/11/2019 (Segundo Jueves).....	53
4.2.9.	Noveno día de monitoreo 27/11/2019 (Segundo Miércoles).....	54
4.2.10.	Décimo día de monitoreo 03/12/2019 (Segundo Martes)	55
4.2.11.	Décimo primer día de monitoreo 09/12/2019 (Segundo Lunes)	56
4.2.12.	Décimo segundo día de monitoreo 15/12/2019 (Segundo Domingo)	57
4.2.13.	Décimo tercer día de monitoreo 21/12/2019 (Segundo Sábado).....	58
4.2.14.	Décimo cuarto día de monitoreo 27/12/2019 (Segundo Viernes)	59

4.3.	Análisis por estación de monitoreo.....	60
4.3.1.	Estación de monitoreo PAS-001.....	60
4.3.2.	Estación de monitoreo PAS-002.....	61
4.3.3.	Estación de monitoreo PAS-003.....	62
4.3.4.	Estación de monitoreo PAS-004.....	63
4.3.5.	Estación de monitoreo PAS-005.....	64
4.3.6.	Estación de monitoreo PAS-006.....	65
4.3.7.	Estación de monitoreo PAS-007.....	66
4.3.8.	Estación de monitoreo PAS-008.....	67
4.3.9.	Estación de monitoreo PAS-009.....	68
4.3.10.	Estación de monitoreo PAS-010.....	69
4.4.	Análisis por día de la semana.....	70
4.5.	Análisis por mes de monitoreo	71
4.6.	Análisis de la correlación entre el PAS y las IRAs.....	72
5.	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	75
6.	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	78
7.	CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	80
8.	CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	81
8.1.	Lista de referencias bibliográficas	81
8.2.	Lista de referencias electrónicas	82
	ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Partículas suspendidas por tamaño	31
Tabla 2. LMP de PAS por metodología	31
Tabla 3. Ventajas y desventajas de las técnicas de monitoreo	32
Tabla 4. Normales Decadales de temperaturas y precipitación provincia de Huaura	32
Tabla 5. Mínimo número de puntos de monitoreo de calidad de aire	37
Tabla 6. Matriz de Operacionalización de Variables	38
Tabla 7. Ubicación de los puntos de monitoreo	41
Tabla 8. Índices de correlación.....	42
Tabla 9. Equipos y materiales de monitoreo	42
Tabla 10. Número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas-Hualmay.	45
Tabla 11. Cálculo de concentraciones del primer día de monitoreo 10/10/2019.	46
Tabla 12. Cálculo de concentraciones del segundo día de monitoreo 16/10/2019.....	47
Tabla 13. Cálculo de concentraciones del tercer día de monitoreo 22/10/2019.....	48
Tabla 14. Cálculo de concentraciones del cuarto día de monitoreo 28/10/2019.	49
Tabla 15. Cálculo de concentraciones del quinto día de monitoreo 03/11/2019.....	50
Tabla 16. Cálculo de concentraciones del sexto día de monitoreo 09/11/2019.	51
Tabla 17. Cálculo de concentraciones del séptimo día de monitoreo 15/11/2019..	52
Tabla 18. Cálculo de concentraciones del octavo día de monitoreo 21/11/2019	53
Tabla 19. Cálculo de concentraciones del noveno día de monitoreo 27/11/2019.	54
Tabla 20. Cálculo de concentraciones del décimo día de monitoreo 03/12/2019.	55
Tabla 21. Cálculo de concentraciones del onceavo día de monitoreo 09/12/2019.....	56
Tabla 22. Cálculo de concentraciones del doceavo día de monitoreo 15/12/2019.....	57
Tabla 23. Cálculo de concentraciones del treceavo día de monitoreo 21/12/2019.	58
Tabla 24. Cálculo de concentraciones del catorceavo día de monitoreo 27/12/2019....	59

Tabla 25. Concentraciones de la estación PAS-001	60
Tabla 26. Concentraciones de la estación PAS-002	61
Tabla 27. Concentraciones de la estación PAS-003	62
Tabla 28. Concentraciones de la estación PAS-004	63
Tabla 29. Concentraciones de la estación PAS-005	64
Tabla 30. Concentraciones de la estación PAS-006	65
Tabla 31. Concentraciones de la estación PAS-007	66
Tabla 32. Concentraciones de la estación PAS-008	67
Tabla 33. Concentraciones de la estación PAS-009	68
Tabla 34. Concentraciones de la estación PAS-010	69
Tabla 35. Concentraciones promedio por día de la semana	70
Tabla 36. Tabla de datos a correlacionar	72
Tabla 37. Resultados de la Correlación de Pearson entre las Variables.....	72
Tabla 38. Resultados de la Regresión Lineal entre las Variables.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Normales Decadales de temperaturas y precipitación provincia de Huaura ..	33
Figura 2. Diseño de investigación	36
Figura 3. Concentraciones del primer día de monitoreo 10/10/2019.	46
Figura 4. Concentraciones del segundo día de monitoreo 16/10/2019.....	47
Figura 5. Concentraciones del tercer día de monitoreo 22/10/2019.....	48
Figura 6. Concentraciones del cuarto día de monitoreo 28/10/2019.	49
Figura 7. Concentraciones del quinto día de monitoreo 03/11/2019.....	50
Figura 8. Concentraciones del sexto día de monitoreo 09/11/2019.	51
Figura 9. Concentraciones del séptimo día de monitoreo 15/11/2019.	52
Figura 10. Concentraciones del octavo día de monitoreo 21/11/2019.	53
Figura 11. Concentraciones del noveno día de monitoreo 27/11/2019.	54
Figura 12. Concentraciones del décimo día de monitoreo 03/12/2019.	55
Figura 13. Concentraciones del décimo primer día de monitoreo 09/12/2019.	56
Figura 14. Concentraciones del décimo segundo día de monitoreo 15/12/2019.....	57
Figura 15. Concentraciones del décimo tercer día de monitoreo 21/12/2019.	58
Figura 16. Concentraciones del décimo cuarto día de monitoreo 27/12/2019.....	59
Figura 17. Concentraciones de la Estación PAS-001	60
Figura 18. Concentraciones de la Estación PAS-002	61
Figura 19. Concentraciones de la Estación PAS-003	62
Figura 20. Concentraciones de la Estación PAS-004	63
Figura 21. Concentraciones de la Estación PAS-005	64
Figura 22. Concentraciones de la Estación PAS-006	65
Figura 23. Concentraciones de la Estación PAS-007	66
Figura 24. Concentraciones de la Estación PAS-008	67

Figura 25. Concentraciones de la Estación PAS-009	68
Figura 26. Concentraciones de la Estación PAS-010	69
Figura 27. Concentraciones por día de la semana	70
Figura 28. Concentraciones promedio por mes de monitoreo	71
Figura 29. Gráfica de la correlación entre las variables	74
Figura 30. Balanza analítica	87
Figura 31. Placas receptoras	87
Figura 32. Pizarra acrílica.....	87
Figura 33. Dispositivo GPS	87
Figura 34. Soporte de las placas receptoras.....	88
Figura 35. Solución adherente	88
Figura 36. Equipo de protección personal	88
Figura 37. Instalación de la estación PAS - 001	89
Figura 38. Instalación de la estación PAS - 002.....	89
Figura 39. Instalación de la estación PAS - 003.....	90
Figura 40. Instalación de la estación PAS – 004	90
Figura 41. Instalación de la estación PAS - 005.....	91
Figura 42. Instalación de la estación PAS - 006.....	91
Figura 43. Instalación de la estación PAS - 007	92
Figura 44. Instalación de la estación PAS - 008.....	92
Figura 45. Instalación de la estación PAS - 009	93
Figura 46. Instalación de la estación PAS - 010.....	93
Figura 47. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 001.....	94
Figura 48. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 002.....	95
Figura 49. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 003.....	96

Figura 50. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 004.....	97
Figura 51. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 005.....	98
Figura 52. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 006.....	99
Figura 53. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 007.....	100
Figura 54. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 008.....	101
Figura 55. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 009.....	102
Figura 56. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 010.....	103
Figura 57. Contenedores de las placas receptoras para transporte a laboratorio	104
Figura 58. Pesaje de las placas receptoras	104

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	86
Anexo 2. Equipos y materiales	87
Anexo 3. Instalación de los puntos de monitoreo.....	89
Anexo 4. Fichas técnicas de los puntos de control de monitoreo.....	94
Anexo 5. Recolección de datos y trabajo de gabinete	104
Anexo 6. Concentraciones de PAS en el periodo de monitoreo.....	105
Anexo 7. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo.....	106

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el distrito de Hualmay, provincia de Huaura, departamento de Lima durante el periodo de octubre a diciembre del año 2019. **Objetivo.** Monitorear las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019. **Metodología.** La investigación es de tipo aplicado y posee un diseño no experimental – transversal, considerando 10 puntos de monitoreo, que fueron monitoreados con el método pasivo – gravimétrico de placas receptoras, con un área de 100 cm^2 ; por ello es necesario la utilización de una balanza analítica, una solución adherente (vaselina) y el dispositivo GPS, además de los instrumentos, no obstante, el muestreo se realizó cada 6 días desde octubre hasta diciembre, dando un total de 140 datos que han de ser sometidos a procesos estadísticos. **Resultados.** En el periodo de monitoreo se obtuvo un promedio de $10.61\text{ t /Km}^2/\text{mes}$, excediendo en un 112.2% el Límite Máximo Permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud. Se tiene: $p - \text{valor} = 0.00002$, *Nivel de significancia* = 1% = 0.01 tenemos que al ser $p - \text{valor} > 0.01$ se valida la hipótesis de la investigación, además se obtuvo que el *Índice de correlación* = 0.89. **Conclusiones.** Existe una correlación significativa entre las variables, además las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable influyen en un 79.3% en el número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay.

Palabras Clave: Polvo atmosférico sedimentable, infecciones respiratorias agudas, monitoreo, correlación.

ABSTRACT

The research was developed in the district of Hualmay, province of Huaura, department of Lima during the period from October to December of 2019. **Objective.** Monitor the concentrations of settling atmospheric dust and its relationship with acute respiratory infections in the Hualmay district for the period October - December 2019. **Methodology.** The present investigation is of an applied type and has a non-experimental - transversal design, considering 10 stations, which will be monitored with the passive - gravimetric method of receiving plates, which have an area of 100 cm^2 Therefore, it is necessary to use an analytical balance, an adherent solution (petroleum jelly) and the GPS device, in addition to the data collection sheets, however, it should be noted that the sampling was carried out every 6 days from October to December, giving a total of 140 data that have to be subjected to statistical processes. **Results.** In the monitoring period, an average of $10.61 \text{ t / Km}^2/\text{mes}$ was obtained, exceeding by 112.2% the Maximum Permissible Limit established by the World Health Organization. We have: $p - \text{value} = 0.00002$, $\text{Significance level} = 1 \% = 0.01$ we have that being $p - \text{value} > 0.01$ the hypothesis of the research is validated, in addition it was obtained that the $\text{Correlation index} = 0.89$ **Conclusions.** There is a significant correlation between the variables, in addition, the concentrations of sedimentary atmospheric dust influence 79.3 % in the number of registered cases of acute respiratory infections applied in the Hualmay district.

Keywords: Atmospheric dust settleable, acute respiratory infections, correlation.

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países que se ven más afectados debido al cambio climático que es principalmente consecuencia del consumismo excesivo del ser humano. El aire es uno de los elementos que se ha visto mayormente afectados y que influye directamente en la salud de nosotros, siendo el polvo atmosférico sedimentable uno de los parámetros que se toman en cuenta para evaluar la calidad del aire (SENAMHI, 2014), el cual va a tomar relevancia en este trabajo de investigación titulado "Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, Octubre - Diciembre del 2019".

La presente investigación pretende en primera instancia calcular las variaciones de las concentraciones obtenidas del polvo atmosférico sedimentable desde la primera semana del mes de octubre hasta la última semana del mes de diciembre del 2019 en el distrito de Hualmay utilizando la metodología de muestreo pasivo, los mismos que serán comparados con el Límite Máximo Permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud, los cuales sientan la base de esta investigación que buscará con ayuda del software IBM SPSS Statistics 22 aplicando la correlación de Pearson determinar el grado de relación que posee con el número de casos registrados de Infecciones Respiratorias Agudas, los cuales serán obtenidos de la base de datos del Hospital Regional de Huacho.

Esta investigación permitirá establecer una data base en el distrito de Hualmay para que los resultados obtenidos puedan ser sujetos a comparación con futuros trabajos, de esta forma se pueda evaluar su variación en el tiempo, además que nos dará a conocer en qué grado las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable influyen en el número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas y poder precisar una ecuación que relacione a ambas variables.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

La contaminación en el mundo, especialmente en los países industrializados como Estados Unidos, Rusia, China, Japón, Francia, el tema referente a la calidad del aire ha ido tomando un gran peso a partir de la segunda revolución industrial gracias al incremento exponencial de los contaminantes atmosféricos (BBC, 2012) y mucho más ahora en el SIGLO XXI que nos está trayendo consecuencias a gran escala.

El Perú no es ajeno a este problema ya que La Oroya es considerado uno de los lugares con mayor contaminación en el mundo, los niveles de toxicidad prácticamente son incompatibles con la vida (Televisa, 2017); es más, Lima, según el Informe de Calidad del Aire Mundial (AirVisual y Greenpeace, 2018), se encontró ubicada en el puesto 22 de la clasificación de Ciudades Capitales con el Peor Aire, no obstante, a nivel de Latinoamérica ubicamos el primer puesto; cabe resaltar que las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) son la principal causa de morbilidad en el Perú en las últimas dos décadas según el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades (MINSA, 2018).

En lo que concierne al distrito de Hualmay, según el centro de Epidemiología y Salud Ambiental del Hospital Regional de Huacho (2019), las infecciones respiratorias agudas son unas de los males más comunes que aquejan a los habitantes de este distrito, y esto se ve documentado en el número de casos registrados, no obstante, en lo concerniente al Polvo Atmosférico Sedimentable, incluso se aprecia visualmente en el aire, esto causado por diversas actividades antrópicas, como: al incremento de 3.88 % del parque automotor en el Perú en 2019 (Gob.pe, 2020), demoliciones, incremento masivo de obras, expansión urbana, etc.; los cuales pueden causar daños a la salud no solo ahora si no también a las futuras generaciones; “cada vez vemos más casas y menos árboles”.

Por esa razón se vio en la obligación de realizar un monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y de esa forma poder determinar el grado de relación que presenta con respecto a las infecciones respiratorias agudas, aplicado en el distrito Hualmay en el periodo de octubre a diciembre del 2019.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

- ¿Existirá relación entre la concentración del polvo atmosférico sedimentable y las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en el periodo octubre – diciembre del 2019?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de 10 puntos de monitoreo por el método pasivo de placas receptoras ubicadas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019 con respecto al parámetro que establece la OMS?
- ¿Es posible conocer número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019?
- ¿Cuál es el grado de relación, entre la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en el periodo octubre – diciembre del 2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

- Monitorear la concentración del polvo atmosférico sedimentable y determinar su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Calcular las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de 10 puntos de monitoreo por el método pasivo de placas receptoras ubicadas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019 y compararlo con el parámetro que establece la OMS.
- Conocer el número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.
- Determinar mediante monitoreo del polvo atmosférico sedimentable, la relación existente con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en el periodo octubre – diciembre del 2019.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación es de vital importancia en el distrito de Hualmay y alrededores ya que pretende cuantificar el grado de relación que existe entre los factores ambientales y la salud humana, en este caso las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable y el número de casos registrados de Infecciones Respiratorias Agudas.

1.5. Delimitaciones de la investigación

1.5.1. Delimitación Espacial.

La investigación se desarrolló en el distrito de Hualmay, provincia de Huaura, departamento de Lima

1.5.2. Delimitación Temporal.

La investigación se desarrolló desde octubre a diciembre del año 2019.

1.6. Viabilidad de la investigación

La presente investigación aplica metodologías acordes a la disponibilidad de recursos económicos, materiales y humanos; por lo que se puede decir que el proyecto es viable de realizar en el periodo de tiempo planteado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Bravo (2017). *Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del Cantón Portovelo (Tesis de pregrado)*, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. **Objetivos.** Determinar y caracterizar el polvo atmosférico sedimentable en el casco urbano del Cantón Portovelo. **Metodología.** La investigación presente es de tipo básico y de un diseño no experimental – transversal, además, es de carácter exploratorio. Se identificó el área de estudio y se establecieron 12 puntos de evaluación, los cuales fueron monitoreados gracias a la utilización de recipientes de tipo vaso que poseían 17.55 cm de diámetro y 25.00cm de altura y ubicados entre 2.50m y 3.00m de altura; desde el 07 de noviembre del 2016 al 07 de diciembre del 2016; después de culminados los 30 días de muestreo con el uso de EPP adecuado se retiraron los recipientes y se forraron para evitar contaminación, fueron trasladados al Centro de Estudios Ambientales perteneciente a la jurisdicción de la Ciudad de Cuenca. **Resultados.** Los datos obtenidos fueron sujetos a ser comparados con el LMP que se ha establecido en Ecuador, según Acuerdo Ministerial 0-97A, y se determinó que la totalidad de los puntos de monitoreo, salvo MSP07, excedieron lo estipulado por la Normativa Ecuatoriana, la cual establece $1\text{ mg/cm}^2/30\text{ días}$; además se calculó la composición del material particulado sedimentable con respecto a los metales pesados. **Conclusiones.** El promedio mensual de material particulado sedimentable supera el LMP establecido por la entidad nacional competente, además, las actividades entorno los puntos de monitoreo influyen drásticamente en los resultados obtenidos.

Cortelo y Cortez, (2015) *Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de Polvo Atmosférico Sedimentable (Tesis de pregrado)*, Universidad de San Salvador, San Salvador, El Salvador. **Objetivo.** Comparar los métodos de Placas Receptoras y Bergerhoff para cuantificar el Polvo Atmosférico Sedimentable. **Metodología.** La presente investigación es de tipo básico, además presenta un diseño experimental – transversal, se ubicaron los dispositivos de muestreo en 5 entradas vehiculares del Campus de la Universidad de El Salvador, Sede Central, tanto para el método de placas receptoras como para el método de Bergerhoff (depósitos de plástico de 4 litros) por 30 días que serán reemplazados y analizados en laboratorio, el período de muestreo se dio desde el mes de mayo hasta agosto del año 2012. **Resultados.** Empleando el método Bergerhoff para la investigación en época seca se obtuvieron resultados entre 1.8104 y 4.0139 $mg/cm^2/30$ días, en época lluviosa valores que oscilan entre 12.2401 y 20.1355 $mg/cm^2/30$ días y superan ampliamente el Límite Máximo Permisible establecido por la OMS para PAS (0,5 $mg/cm^2/30$ días) ; no obstante aplicando el método de Placas Receptoras se obtuvieron concentraciones inferiores de PAS que oscilan entre 0.348 y 0.7794 $mg/cm^2/30$ días, en época seca; y valores que en promedio varían entre 0.0006 y 0.0011 $mg/cm^2/30$ días en época lluviosa. **Conclusiones.** Realizando la Prueba t – Student, se llegó a la conclusión de que existe una gran diferencia entre el método de Bergerhoff y el método de Placas Receptoras, siendo la primera la que presenta una mayor precisión con respecto al PAS.

Stafoggia, et.al (2016) *Desert Dust Outbreaks in Southern Europe: Contribution to Daily PM10 Concentrations and Short-Term Associations with Mortality and Hospital Admissions*, Departamento de epidemiología del Servicio

de salud de la región de Lazio, Lazio, Italia. **Objetivos.** Estimar los efectos a corto plazo de las partículas $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM10) sobre la mortalidad y los ingresos hospitalarios en 13 ciudades del sur de Europa, distinguiendo entre PM10 originario del desierto y de otras fuentes. **Metodología.** Identificar días de advección de polvo del desierto en múltiples áreas del Mediterráneo para 2001–2010 mediante la combinación de herramientas de modelado, trayectorias posteriores y datos satelitales. Para cada día de advección, estimamos las concentraciones de PM10 que se originan en el desierto y calculamos el PM10 de otras fuentes por diferencia. Adaptamos modelos de regresión de Poisson específicos de la ciudad para estimar la asociación entre PM de diferentes fuentes (desierto y no desierto) y mortalidad diaria y hospitalizaciones de emergencia. Finalmente, agrupamos los resultados específicos de la ciudad en un metanálisis de efectos aleatorios. **Resultados.** En promedio, el 15% de los días se vieron afectados por el polvo del desierto a nivel del suelo (desierto $\text{PM}_{10} > 0 \mu\text{g} / \text{m}^3$). La mayoría de los episodios ocurrieron en primavera-verano, con gradiente creciente tanto de frecuencia como de intensidad norte-sur y oeste-este de la cuenca mediterránea. Encontramos asociaciones significativas de ambas concentraciones de PM10 con la mortalidad. Los aumentos de $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$ en PM10 no desierto y desierto (retraso 0-1 días) se asociaron con aumentos en la mortalidad natural del 0,55% (IC 95%: 0,24, 0,87%) y 0,65% (IC 95%: 0,24, 1,06%), respectivamente. Se estimaron asociaciones similares para la mortalidad cardiorrespiratoria y los ingresos hospitalarios. **Conclusiones.** PM10 originario del desierto se asoció positivamente con la mortalidad y las hospitalizaciones en el sur de Europa. Las medidas de política deberían apuntar a reducir la exposición de la población a partículas antropogénicas en el aire incluso en áreas con gran contribución de las advecciones de polvo del desierto.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Calua (2018), *Concentración de contaminantes sólidos sedimentables para el periodo Mayo - Junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Objetivo. Determinar la concentración de contaminantes sólidos sedimentarios para el periodo mayo-junio 2017 en la UPN y compararlas con el LMP de la OMS.

Metodología. La presente investigación es de tipo básico y con un diseño no experimental – transversal, considerando 13 puntos de evaluación, los cuales fueron monitoreados con el método pasivo – gravimétrico de placas receptoras, quienes poseen un área de 100 cm^2 , por ello, es necesario la utilización de una balanza analítica, una solución adherente (vaselina) y el dispositivo GPS, además de las fichas de recolección de datos, se ubicaron 9 estaciones ubicadas dentro del campus y 4 estaciones fuera del campus, no obstante, la recolección de datos se realizó cada mes. **Resultados.** Para el mes de Mayo, las estaciones E2, E3, E11 ubicadas al oeste de la UPN exceden en 16% al LMP establecido por la OMS, quienes representan el 23% de las estaciones de monitoreo; además, en el mes de Junio las estaciones E2, E3, E11, E12, ubicadas al oeste de la UPN exceden en 11% a lo establecido por la OMS, quienes representan el 31% de las estaciones de monitoreo; cabe resaltar que la concentración máxima establecida por la OMS es $0.5\text{ mg/cm}^2/30\text{ días}$.

Conclusiones. En promedio mensual en ambos meses de monitoreo (mayo – junio) las concentraciones de PAS están por debajo de lo establecido por la normativa de la OMS.

Castillo (2017), *Partículas sedimentables del aire y su influencia en las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba (Tesis de pregrado)*, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. **Objetivo.** Calcular

la concentración de partículas sedimentables y determinar su influencia sobre infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba. **Metodología.** La metodología aplicada para esta investigación es de tipo básico y presenta un diseño no experimental – transversal, y presenta un nivel correlacional, considerando 4 puntos de evaluación mediante el uso del colector Bergerhoff, dispositivo GPS, cámara fotográfica, estufa, balanza analítica y cuyos datos serán apoyados de diversos softwares como AutoCAD civil 3D 2016, ArcGIS 10.2, Google Earth 7; la recolección de muestras se realizó mensualmente de febrero a abril del 2015. **Resultados.** En promedio el mes de febrero registró $4.075 \text{ t /Km}^2/30 \text{ días}$, el mes de marzo $5.41 \text{ t /Km}^2/30 \text{ días}$ y el mes de abril $4.84 \text{ t /Km}^2/30 \text{ días}$ y un promedio total de $4.775 \text{ t /Km}^2/30 \text{ días}$ a lo largo del tiempo de monitoreo (febrero – abril), solo en el mes de marzo supera el Límite Máximo Permisible establecido por la OMS. **Conclusiones.** Se determinó que existe una relación directamente proporcional entre número de casos registrados de IRAs y la concentración de partículas sedimentables, aplicando el método de regresión lineal se obtuvo un $R^2 > 0.60$ significativa; no obstante, existe una relación inversamente proporcional entre la precipitación y la concentración de partículas sedimentables ya que mediante el mismo método se obtiene una pendiente negativa y un $R^2 = 95\%$ y esto explica que la ecuación lineal calculada se ajusta al comportamiento de las variables.

Rodríguez (2017), *Polvo atmosférico sedimentable y su incidencia en las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Los Olivos, 2017 (Tesis de pregrado)*, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. **Objetivo.** Calcular la concentración de polvo atmosférico sedimentable y como se relaciona con las infecciones respiratorias agudas para el distrito de Los Olivos, 2017. **Metodología.**

La metodología utilizada para esta investigación es de tipo básico y su diseño es no experimental – transversal, considerando 8 puntos de evaluación, los cuales serán monitoreados con el método pasivo – gravimétrico de placas receptoras, quienes poseen un área de 100 cm^2 , por ello, es necesario la utilización de una balanza analítica, una solución adherente (vaselina) y el dispositivo GPS, cabe resaltar que la recolección de los datos monitoreados se realizó cada 7 días del 2 de enero al 2 de abril del 2017. **Resultados.** Las PAS registradas durante el periodo de investigación, todas las semanas sobrepasaron el LMP recomendado por la OMS, $5\text{ t /Km}^2/\text{mes}$, siendo la Semana 11 la que obtuvo la concentración más elevada $15.138\text{ t /Km}^2/\text{mes}$, en la Semana 11 se registraron un incremento en el número de morbilidad debido a IRAs, y la semana donde se presentó declive del número de casos de IRAs fue en la doceava. **Conclusiones.** Según la prueba realizada con el software IBM SPSS Statistics 22 aplicando la correlación de Pearson, se obtiene estadísticamente la valides de la hipótesis de investigación, es decir que existe una muy buena correlación entre las concentraciones de PAS y el número de casos registrados de las IRAs.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad de aire.

La calidad del aire no se vio tan perjudicada a medida que el hombre se desarrollaba, ya que mediante procesos naturales esta se purificaba, sino fue hasta la Segunda Revolución Industrial donde se comenzó a utilizar combustibles fósiles a gran escala, lo que condujo a mejorar la calidad de vida del hombre, no obstante, trae como consecuencia el deterioro de la calidad del aire (BBC, 2012).

La calidad del aire puede ser determinado gracias a un conjunto de propiedades físicas que permiten caracterizarla y cuantificarla gracias a los diversos

parámetros contaminantes, los focos o puntos contaminantes. Según la Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM, Índices de Calidad del Aire y el Sistema de Información de Calidad del Aire, nos da a entender que la calidad del aire está sujeta a medición mediante la identificación, análisis, monitoreo y cálculo de las concentraciones de los parámetros contaminantes del aire.

2.2.2. La contaminación atmosférica y el hombre.

El ser humano en su intento de mejorar su calidad de vida le ha llevado como consecuencia a la obligación de explotar negligentemente los recursos presentes en el área en el que se desarrolla, esto conllevó al desplazamiento de diversos ecosistemas y por consiguiente el desarrollo a pasos agigantados del hombre (Ballester, 2005).

No fue sino hasta 1952 en Londres en la temporada de invierno cuando la excesiva contaminación de humos provenientes de chimeneas contribuyó a la muerte de miles de personas, este episodio estuvo en los ojos del mundo y la opinión pública de diversos países no se hizo esperar, por lo que en 1956 Reino Unido publicó la Ley de Aire Puro cuyos objetivos primordiales eran la disminución de humos provenientes de chimeneas e incentivar el uso de combustibles limpios (IDEAM, 2010).

Poco a poco se vieron los efectos a gran escala de los contaminantes atmosféricos, por esa razón en 1970 Estados Unidos establece el Acta de Aire Limpio (CAA) con el fin de esforzarse globalmente a controlar la contaminación atmosférica, cabe resaltar que en la misma época se creó la Agencia para la Protección Ambiental (EPA), (EPA, 1980).

Ya en tiempos recientes la mayoría de los países emitieron normativas que contribuyan a la disminución de contaminantes atmosféricos.

2.2.3. Clasificación de los contaminantes atmosféricos (Valle, 2018).

2.2.3.1. Físicos.

- Ruidos y vibraciones
- Calor
- Radiaciones ionizantes
- Radiaciones no ionizantes

2.2.3.2. Biológicos.

- Esporas, microorganismos
- Bacterias, virus
- Polen, ácaros.

2.2.3.3. Químicos.

- Contaminantes Primarios: Denominados así porque llegan a la atmosfera de forma directa de las fuentes emisoras, estas representan más del 90% de la contaminación atmosférica.
- Contaminantes Secundarios: Denominados así porque se originan a partir de contaminantes primarios a través de reacciones químicas.

2.2.4. Fuentes de los contaminantes atmosféricos y del PAS (Valle, 2018).

2.2.4.1. Fuentes fijas.

- Industriales
- Domesticas

2.2.4.2. Fuentes móviles.

- Vehículos
- Aeronaves
- Buques

2.2.4.3. Fuentes aéreas.

- Aglomeraciones industriales
- Canteras, almacenamiento de materias primas, residuos
- Minería a cielo abierto

2.2.5. Efectos del polvo PAS.

2.2.5.1. Efectos ambientales.

El PAS debido a su baja densidad, tamaño y peso de la partícula recorren enormes distancias gracias a los elementos climáticos que colaboran a la difusión de estas, como los son la velocidad y dirección del viento cuya influencia se ve reflejada en su variación de las concentraciones. El PAS influye perjudicialmente en el proceso natural de respiración de las plantas a través de las estomas, por lo que los contaminantes destruyen la clorofila y por consiguiente en la fotosíntesis. En los animales, al igual que con el hombre la contaminación por PAS se realiza por vías respiratorias y también por la ingesta de vegetales compuestos por este contaminante que influye en la productividad (Chipoco y Valencia, 2015).

2.2.5.2. Efectos del PAS en la salud.

El polvo atmosférico sedimentable representa un peligro para salud humana ya que debido a su tamaño penetra el cuerpo por las vías respiratorias, llegando a causar daños a los diversos órganos interés en el cuerpo; el nivel de peligro es inversamente proporcional al tamaño de las partículas, el polvo atmosférico sedimentable se deposita en los bronquios y penetra profundamente en los pulmones, trayendo como consecuencia un gran perjuicio a la salud (Oyarzún G., 2010).

Tabla 1.*Partículas suspendidas por tamaño*

Tamaño	Denominación	Descripción
< 0.1	Nucleos de Aitken	Cargadas eléctricamente y se mueven colisionando al azar, como consecuencia forman agregados.
01 – 10	Materia en suspensión	Suspendidos mecánicamente estables que podrían ser transportados a largas distancias
10 – 1000	Materia sedimentable	Trae consecuencias en zonas aledañas a la fuente en la que estas sedimentan.

Fuente: Universidad de los Andes, Bogotá, 2010.**2.2.6. Normativa referente al PAS.**

El Ministerio del Ambiente (MINAM) y por consiguiente el estado peruano no posee una normativa específica y ni un protocolo para la realización de un monitoreo por el método de muestreo pasivo de polvo atmosférico sedimentable.

Por lo tanto, para fin de la investigación se ha de tomar como referencia el LMP propuesto por la OMS, la cual establece para el polvo atmosférico sedimentable una concentración de $0.5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ (SENAMHI, 2008).

Tabla 2.*LMP de PAS por metodología*

Entidad	Tiempo promedio	LMP ($\text{mg/cm}^2/\text{mes}$)	Técnica o método
DIGESA	1 mes	0.5	Gravimetría a través del estudio de polvo sedimentable (jarras)
SENAMHI	1 mes	0.5	Gravimetría a través del estudio de polvo sedimentable, (jarras), además polvo atmosférico sedimentable (Placas de vidrio)

Fuente: CEPIS. 2000.

2.2.7. Metodologías de monitoreo.

Tabla 3.

Ventajas y desventajas de las técnicas de monitoreo

Método	Ventajas	Desventajas
Muestreadores pasivos	Muy económico el coste. Muy manejable. Adecuado para estudios básicos.	No es adecuado para determinados contaminantes. Comúnmente, brinda medias mensuales y semanales.
Muestreadores activos	Coste económico. Sencillo de operar. Funcionamiento estable. Data histórica.	Medias diarias. Trabajo vehemente. Demanda un examen en el laboratorio.
Analizadores automáticos	Verificados. Alta gama. Datos programados. Reportes en tiempo real.	Complejos, caro. Exigen gran entrenamiento. Costes muy elevados.
Sensores remotos	Brindan información de un determinado lugar. Es adecuado cerca de las fuentes. Medidas de multicomponentes.	Demasiados complejos. Complicado de operar, calibrar y validar. A veces no es comparable con medidas puntuales.

Fuente: Metodología de monitoreo de la calidad del aire, 2012.

2.2.8. Datos Climatológicos.

Tabla 4.

Normales Decadales de temperaturas y precipitación de la estación Alcantarilla perteneciente a la provincia de Huaura 1981-2010

Variables:	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Temperatura máxima (°C)	21.8	22.0	22.6	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9	26.8
Temperatura mínima (°C)	14.3	14.6	14.9	15.0	15.0	15.7	16.2	16.8	17.9
Temperatura mínima absoluta (°C)	12.7	12.8	13.0	13.3	13.4	14.0	14.7	15.2	16.5
Temperatura media (°C)	17.6	18.1	18.4	18.8	19.4	20.1	20.8	21.4	22.4
Humedad Relativa (%)	83	83	82	82	81	80	79	79	79
Precipitación (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Velocidad del viento (m/seg)	2.2	2.3	2.3	2.4	2.2	2.4	2.1	2.4	2.1
Horas de sol	4.6	4.6	4.9	4.9	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0

Fuente: MINAGRI y MINAM, 2013.

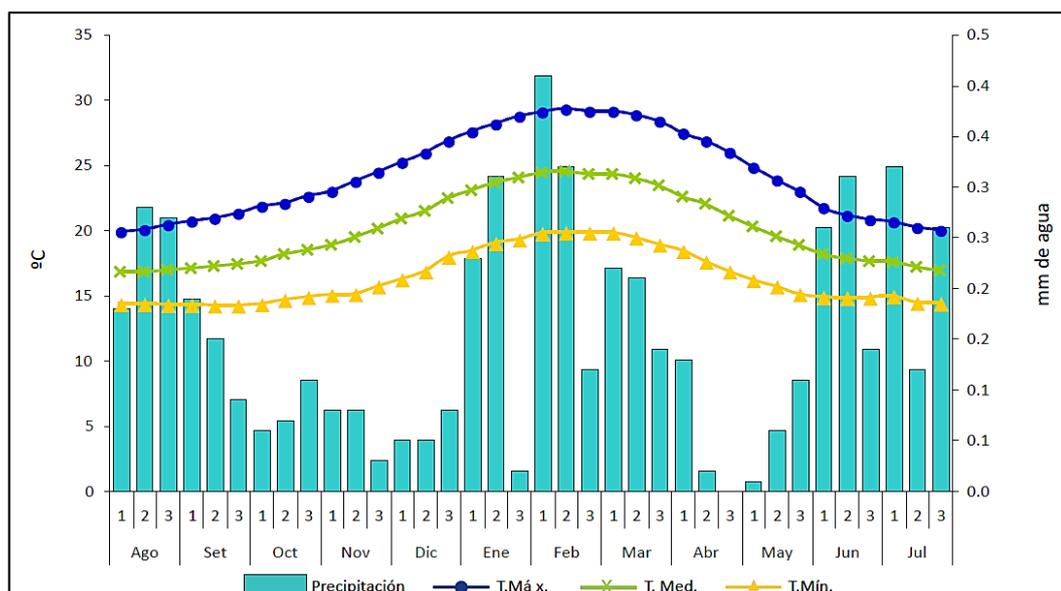


Figura 1. Normales Decadales de temperaturas y precipitación de la estación Alcantarilla perteneciente a la provincia de Huaura 1981-2010

Fuente: MINAGRI Y MINAM, 2013.

2.3. Definiciones conceptuales

- Estándar de calidad ambiental:** Es la medida que determina el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos, que se encuentran presentes en el agua, aire o suelo; y que no presenta riesgo en la salud del ser humano ni del ambiente, se da en el cuerpo receptor, (MINAM, 2017).
- Estudio de correlación:** Hace referencia al grado de relación o diferencia colectiva que existe entre dos variables aplicados a un determinado contexto en el mismo intervalo de tiempo, (Franco, 2011).
- Infecciones respiratorias agudas (IRAs):** Son un conjunto de enfermedades que perjudican el sistema respiratorio y son causadas principalmente por diferentes agentes como virus y bacterias, que puede comenzar de forma imprevista y tienen un tiempo de duración menor a 2 semanas, (Minsalud, 2015).
- Límite máximo permisible:** Es la medida de concentración de elementos, sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos, que se encuentran presentes

en el agua, aire o suelo; y que no presenta riesgo en la salud del ser humano ni del ambiente, se da en el cuerpo emisor. (MINAM, 2017)

- **Monitoreo:** Conjunto de acciones de observación, evaluación, muestreo, medición, a través del análisis de diversos parámetros de los componentes ambientales, (Valle, 2018).
- **Morbilidad:** Es el cociente de personas que enferman en un área geográfica con respecto a un determinado tiempo, (ASALE, 2019).
- **Mortalidad:** Es el cociente de muertes de una población en una determinada área geográfica durante un periodo de tiempo dado, en general o por una causa determinada, (ASALE, 2019).
- **Partícula:** Término empleado para referirse a cualquier material sólido o líquido, que es sometido a una dispersión y como consecuencia es transportado por el aire, (Abbey et al, 1995).
- **Polvo atmosférico sedimentable (PAS):** Se denomina polvo o partículas atmosféricas sedimentables a aquel material cuyo diámetro es mayor a 30 micras ($>30 \mu\text{m}$), (SENAMHI, 2008).

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis de investigación.

- Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan directamente con el número de casos de las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.

2.4.2. Hipótesis nula.

- Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan inversamente con el número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en el Distrito de Hualmay, ubicado en la Provincia de Huaura, Departamento de Lima.

3.1.1. Ubicación (Coordenada UTM WGS84).

Longitud : 8'772,073.612N

Latitud : 214,557.784E

Zona : 18L

3.2. Área, sector y programa

Área : 03 Ambiental

Sector : 0301 Biodiversidad y calidad ambiental

Programa : 0301 0012 Estudio de la relación causa efecto de la contaminación ambiental y la salud humana.

3.3. Diseño metodológico

3.3.1. Tipo de investigación.

De acuerdo al problema propuesto, la presente investigación es de tipo aplicada ya que el método de placas receptoras es una metodología internacional que además la Organización Mundial de la Salud ha establecido su LMP, el cual fue tomado en cuenta en esta investigación.

3.3.2. Nivel de la investigación.

La presente investigación posee un nivel correlacional ya que se cuantificó el grado de relación entre ambas variables utilizando la correlación de Pearson.

3.3.3. Diseño de investigación.

La presente investigación posee un diseño no experimental debido a que no existe manipulación de ninguna de las dos variables. Posteriormente se grafica el diseño propuesto.

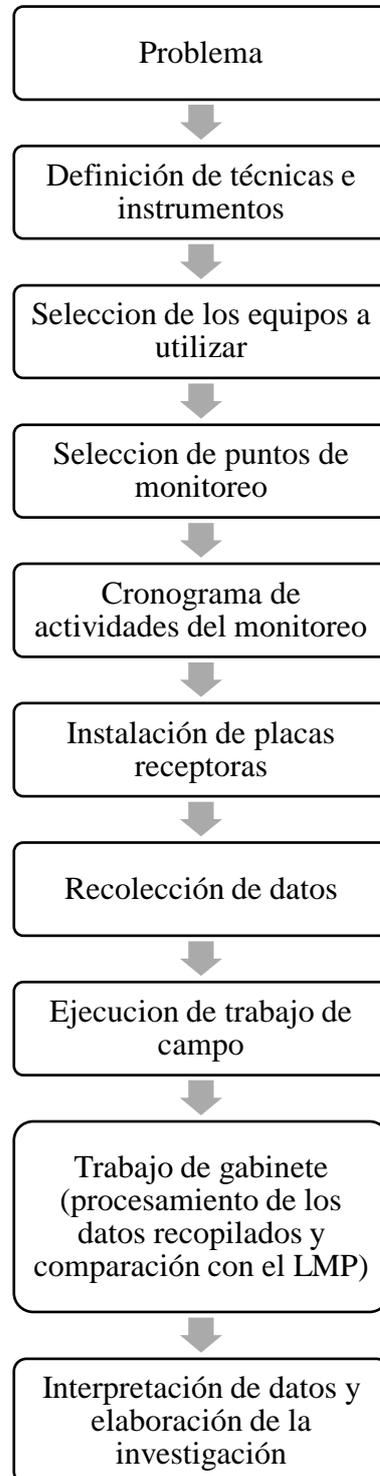


Figura 2. Diseño de investigación
Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.3.4. Enfoque.

Debido a que las variables fueron sometidas a un proceso de cuantificación y evaluación, esta investigación desarrolló un enfoque cuantitativo.

3.4. Población y muestra

- Población: La población ubicada en el distrito de Hualmay proyectada al 2019 es de 30 389 habitantes aproximadamente (MINSA, 2019), en un área de 5.81 km².
- Muestra: Para fines de la investigación se vio necesaria la ubicación de 10 puntos de monitoreo para la recolección de muestras del periodo de octubre a diciembre del 2019 en el distrito de Hualmay, el número de puntos de monitoreo se basa a criterio subjetivo y tomando en cuenta la Directiva 2008/50/CE de la Unión Europea citado por la Resolución Ministerial N° 093 – 2019 – MINAM.

Tabla 5.

Mínimo número de puntos de monitoreo de calidad de aire, según el criterio poblacional.

Población (miles de habitantes)	Mínimo número de puntos de monitoreo
0 – 249	1
250 – 749	2
750 – 999	3
1000 – 1499	4
1500 – 1999	5
2000 – 2749	6
2750 – 3749	7
3750 – 4749	8
4750 – 5999	9
≥ 6000	10

Fuente: RM N° 093 – 2019 – MINAM, 2020.

3.5. Determinación de variables e indicadores

3.5.1. Variable independiente.

- Concentración de polvo atmosférico sedimentable [PAS].

3.5.2. Variable dependiente.

- Número de casos de infecciones respiratorias agudas (IRAs).

Tabla 6.

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
V. Independiente: Polvo Atmosférico Sedimentable	Se denomina polvo o partículas atmosféricas sedimentables a aquel material cuyo diámetro es mayor a 30 micras (<30 µm) (SENAMHI, 2008)	Determinado como la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el distrito de Hualmay, en un área que abarca 5.81 km ² con una toma de 14 muestras por estación en el periodo octubre – diciembre del 2019.	Componentes Físicos (Gravimetría).	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de solidos sedimentables totales. • Área • Tiempo 	$mg/cm^2/30 \text{ días}$ $t/Km^2/30 \text{ días.}$
V. Dependiente: Infecciones Respiratorias Agudas	Forman un grupo de enfermedades que se afectan el aparato respiratorio y pueden ser causadas por diferentes agentes como virus y bacterias, que puede comenzar de forma imprevista y tienen un tiempo de duración menor a 2 semanas. (Minsalud, 2015)	Determinado como el número de casos reportados de las Infecciones Respiratorias Agudas en el distrito de Hualmay, que se recolectarán de los centros de salud en el periodo octubre – diciembre del 2019.	Número de casos Sintomatológica	<ul style="list-style-type: none"> • N° IRAs • Irritabilidad • Ronquera • Nariz Tapada • Exudado • Otagia • Disfonía 	<i>adimensional</i>

Fuente. Elaboración propia, 2021.

3.6. Técnicas e instrumentos para la obtención de datos

3.6.1. Técnicas empleadas.

Se vio en la necesidad de recurrir a la aplicación de un muestreo de tipo pasivo ya que permitió determinar las diversas concentraciones en los distintos puntos de manera eficaz, utilizando el método de placa receptoras.

3.6.1.1. Método de placas receptoras.

La metodología aplicada es la de muestreo pasivo por el método de placas receptoras que consiste en el empleo de láminas o placas de vidrio de $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ sobre la cual se aplicó el adherente (vaselina), para que de esta forma el polvo atmosférico sedimentable se adhiera, luego se realizó un análisis gravimétrico (cálculo de masas) cada 6 días y por consiguiente aplicar la formula respectiva se obtiene la concentración promedio de PAS y estuvo sujeto a ser comparado con el Límite Máximo Permisible propuesto por la OMS.

Se parte de la siguiente ecuación:

$$m_{inicial} = m_{placa} + m_{vaselina}$$

Donde:

m: masa (***mg***)

En las placas que ya han estado previamente ubicadas se procedió a la recolección de datos después de 6 días de la exposición, ya que de esta forma se obtuvieron datos representativos de cada día de la semana. Posteriormente mediante la utilización de la balanza analítica se procedió a determinar la masa de cada placa.

Si se sabe que:

$$m_{final} = m_{placa} + m_{vaselina} + m_{PAS}$$

Entonces despejando m_{PAS} tenemos:

$$m_{PAS} = m_{final} - (m_{placa} + m_{vaselina})$$

$$m_{PAS} = \Delta m = m_{final} - m_{inicial}$$

Donde:

m_{final} : masa de la placa después de 6 días de exposición (mg).

$m_{PAS} = \Delta m$: masa del polvo atmosférico sedimentable (mg).

Luego se calculó las concentraciones de PAS con la ecuación:

$$C = \frac{\Delta m \times 30}{\text{Área de la placa} \times \text{Días de exposición}}$$

Donde:

$$\text{Área de la placa} = l^2 = 100 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Días de exposición} = 6 \text{ días}.$$

C : Concentración de PAS ($mg/cm^2/30$ días)

$10C$: Concentración de PAS ($t/Km^2/30$ días)

En total se hicieron 14 muestreos de cada estación lo que dio como resultado 140 datos que fueron sometidos a procesos estadísticos. Una vez obtenidos los datos en el software estadístico Excel 2019 se pudo calcular el promedio diario, promedio por cada día de la semana, el promedio total, el promedio por estación y el promedio distrital por día de evaluación.

Todos han sido calculados por la siguiente ecuación:

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

Donde:

\bar{x} : Promedio (mg)

$\sum_{i=1}^n x$: Sumatoria los datos de x , en este caso masas (mg)

n : Numero de datos (*adimensional*)

3.6.1.2. Selección de puntos de Monitoreo.

Los puntos de monitoreo se escogieron estratégicamente según su área de influencia, tomando en cuenta los puntos más altos posibles para poseer muestras representativas. Para mayor detalle ver Anexo 7.

Tabla 7.

Ubicación de los puntos de monitoreo

Código de estación	Titular de la vivienda	Dirección
PAS-001	María Guadalupe Silva Santillán	Jr. 24 de octubre 254
PAS-002	Olga Luz Ramírez De Velásquez	Av. Hualmay 730
PAS-003	Francisco Morales Díaz	Jr. Florian Díaz 491
PAS-004	Rodolfo Ubaldo Torres Espinoza	Psj San Martín 181
PAS-005	Luis Valdez Gonzales	Psj. Bellavista Sn int. 3
PAS-006	Edgar Alfonso Aparca Cotrina	Jr. Francisco Rosas 530
PAS-007	José Wilfredo Landa Delgado	Jr. José Faustino Sánchez Carrión 120
PAS-008	José Luis Ventocilla Pascual	Av. Domingo Mandamiento 790
PAS-009	Juana María Pazos Rodríguez	Calle Juan José Crespo 728
PAS-010	Flores Ortega Paulino	Calle Juan José Crespo 308

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.6.1.3. Determinación de frecuencia de las IRAs.

Se solicitaron los datos del número de casos de las IRAs del distrito de Hualmay al Hospital Regional de Huacho, en el Área de Epidemiología y Salud Ambiental, quienes recopilan los datos de todos los distritos de la provincia de Huaura.

3.6.1.4. Correlación entre las variables.

Se utilizó la correlación de Pearson con el software IBM SPSS Statistics 22 y se tomó en cuenta un nivel de significancia del 1%, es decir 0.01, dando un intervalo de confianza del 99%; además este método de correlación colaboró en la aceptación o rechazo de la hipótesis:

$$p - \text{valor} < 0.01$$

Si se cumplía lo mencionado, entonces se rechazaba la hipótesis nula y por consiguiente se aceptaba la hipótesis del investigador; no obstante se puede clasificar el índice de correlación según la Tabla 8.

Tabla 8.

Índices de correlación.

Índices R y Rh_0	Interpretación
0.00 – 0.20	Ínfima correlación
0.20 – 0.40	Escasa correlación
0.40 – 0.60	Moderada correlación
0.60 – 0.80	Buena correlación
0.80 – 1.00	Excelente correlación

Fuente: Tabachnick y Fidel, 2013.

3.6.1.5. Equipos y materiales.

Para mayor detalle ver Anexo 2.

Tabla 9.

Equipos y materiales de monitoreo

Equipo	Característica o función
Placa de Vidrio	10 cm x 10 cm
Vaselina	Adherente o fijador
Dispositivo GPS	Georreferenciación WGS-84 UTM
Equipo de Protección Personal	Protección del monitorista
Pizarra	Descripción del lugar,
Balanza	Cálculo de la masa de PAS
Otros	Colaboración en la investigación

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.6.2. Descripción de los instrumentos.

Se realizó trabajo de campo, por ello se necesitó la utilización de formatos estratégicos que facilitaron el trabajo de gabinete (procesamiento de los datos recopilados y comparación con el LMP). Por consiguiente, los formatos con los datos recolectados se pueden apreciar en el Anexo 4 y el Anexo 6.

3.6.2.1. Ficha de técnica del punto de control de monitoreo.

Nos brindó accesibilidad a información y descripción detallada de los puntos de monitoreo.

3.6.2.2. Formato de recolección de datos IN SITU.

Nos colaboró en la recolección y cálculo de datos en la ubicación del punto de monitoreo.

3.6.2.3. Formato para cálculo de las concentraciones.

Es un formato que se aplicó en el software Excel 2019 y se obtuvieron diversos datos y facilitó el cálculo de concentraciones.

3.6.2.4. Formato para trabajo de gabinete.

Es un formato que se aplicó en el software Excel 2019 y que colaboró con calcular la concentración promedio de las estaciones por fecha de muestreo, no obstante, también se pudo calcular la concentración promedio por estación de monitoreo.

3.6.2.5. Formato de cálculo de concentraciones promedio por día de la semana.

Es un formato que se aplicó en el software Excel 2019 y que colaboró con calcular las concentraciones promedio según las dos veces que se recolectaron las muestras en distintas fechas para cada día de la semana, esto debido a que el muestreo se realizó cada seis días.

3.7. Procesamiento y análisis estadístico de datos

3.7.1. Word 2019.

Es un software de vital importancia que se utilizó para la organización y recolección de los datos obtenidos de la investigación bibliográfica, la planteada en la investigación y la que se obtuvo con la metodología propuesta.

3.7.2. PowerPoint 2019.

Colaboró en dinamizar la presentación y exposición del informe final de la investigación ante el jurado evaluador.

3.7.3. Excel 2019.

Proporcionó un mejor análisis estadístico y recolección de datos, gracias a los diversos instrumentos elaborados para facilitar el trabajo de gabinete.

3.7.4. AutoCAD 2019.

Este software colaboró a la selección de puntos, gracias al catastro; se tomó en cuenta ubicaciones estratégicas y distantes entre sí, además, las áreas de influencia de todos los puntos abarcaron la totalidad del distrito de estudio.

3.7.5. IMB SPSS Statistics 22.

En la investigación el software fue de vital importancia ya que ayudó a realizar la correlación de Pearson entre las dos variables cuantificables, y dio accesibilidad a información detallada del análisis que se realizó.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Se ha creído conveniente dividir este capítulo en 5 partes para la mejor comprensión de los resultados obtenidos:

- Análisis de recopilación de datos de las IRAs
- Análisis por fecha de monitoreo
- Análisis por estación de monitoreo
- Análisis por día de la semana (lunes, martes, ..., sábado, domingo)
- Análisis por mes de monitoreo (octubre, noviembre y diciembre)
- Análisis de la correlación entre el PAS y las IRAs

4.1. Análisis de recopilación de datos de las IRAs

En la Tabla 10 se hace referencia a los datos del número de casos registrados de las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay (octubre – diciembre del 2019), obtenidos de los boletines publicados en la web del Hospital Regional de Huacho.

Tabla 10.

Número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay acordes a las fechas de muestreos.

N° de Muestreo	Rango de Fechas		N° IRAs (N° Casos)
1	04/10/2019	10/10/2019	61
2	11/10/2019	16/10/2019	74
3	17/10/2019	22/10/2019	56
4	23/10/2019	28/10/2019	54
5	29/10/2019	03/11/2019	50
6	04/11/2019	09/11/2019	64
7	10/11/2019	15/11/2019	49
8	16/11/2019	21/11/2019	35
9	22/11/2019	27/11/2019	41
10	28/11/2019	03/12/2019	63
11	04/12/2019	09/12/2019	41
12	10/12/2019	15/12/2019	39
13	16/12/2019	21/12/2019	27
14	22/12/2019	27/12/2019	39

Fuente: Boletines epidemiológicos del Hospital regional de Huacho.

4.2. Análisis por fecha de monitoreo

4.2.1. Primer día de monitoreo 10/10/2019 (Primer Jueves).

En la Tabla 11. se encuentran los datos obtenidos el día jueves 10 de octubre del 2019, la concentración promedio es $10.65 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, la estación con mayor concentración es PAS-009 con $14.50 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$ y la estación con menor concentración es PAS-007 con $7.50 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 3.

Tabla 11.

Cálculo de concentraciones del primer día de monitoreo 10/10/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($\text{t/Km}^2/30 \text{ días}$)
01	PAS - 001	75.358	75.342	0.016	8.00
01	PAS - 002	75.374	75.346	0.028	14.00
01	PAS - 003	75.373	75.346	0.027	13.50
01	PAS - 004	75.370	75.349	0.021	10.50
01	PAS - 005	75.355	75.335	0.020	10.00
01	PAS - 006	75.355	75.339	0.016	8.00
01	PAS - 007	75.375	75.360	0.015	7.50
01	PAS - 008	75.372	75.350	0.022	11.00
01	PAS - 009	75.362	75.333	0.029	14.50
01	PAS - 010	75.377	75.358	0.019	9.50
Promedio					10.65

Fuente: Elaboración propia, 2021.

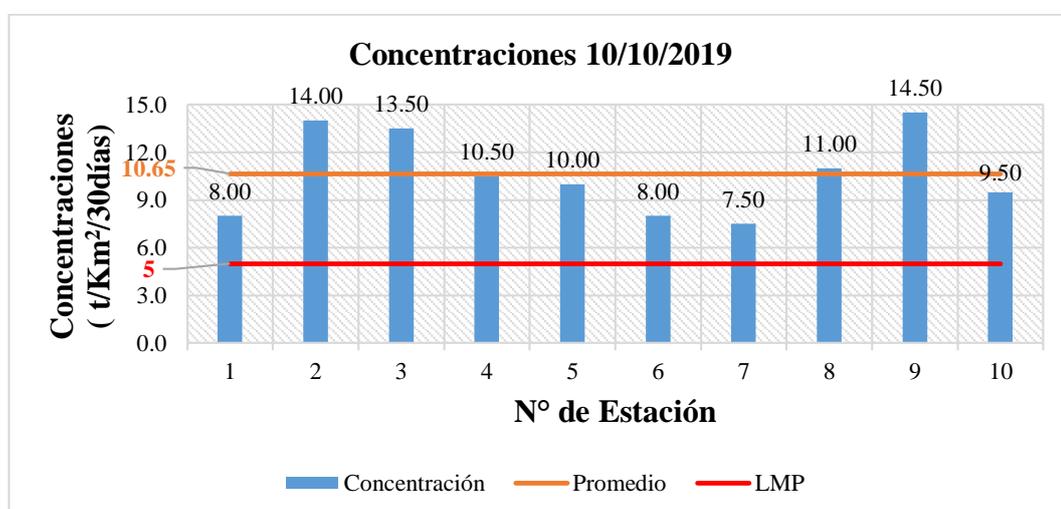


Figura 3. Concentraciones del primer día de monitoreo 10/10/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.2. Segundo día de monitoreo 16/10/2019 (Primer Miércoles).

En la Tabla 12 se hallan los datos obtenidos el día miércoles 16 de octubre del 2019, la concentración promedio es 11.65 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-003 con 15.00 t/Km²/30 días y la estación con menor concentración es PAS-001 con 7.50 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 4.

Tabla 12.

Cálculo de concentraciones del segundo día de monitoreo 16/10/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
02	PAS - 001	75.362	75.347	0.015	7.50
02	PAS - 002	75.357	75.328	0.029	14.50
02	PAS - 003	75.361	75.331	0.030	15.00
02	PAS - 004	75.376	75.351	0.025	12.50
02	PAS - 005	75.365	75.341	0.024	12.00
02	PAS - 006	75.372	75.355	0.017	8.50
02	PAS - 007	75.361	75.343	0.018	9.00
02	PAS - 008	75.372	75.348	0.024	12.00
02	PAS - 009	75.369	75.342	0.027	13.50
02	PAS - 010	75.374	75.350	0.024	12.00
Promedio					11.65

Fuente: Elaboración propia, 2021.

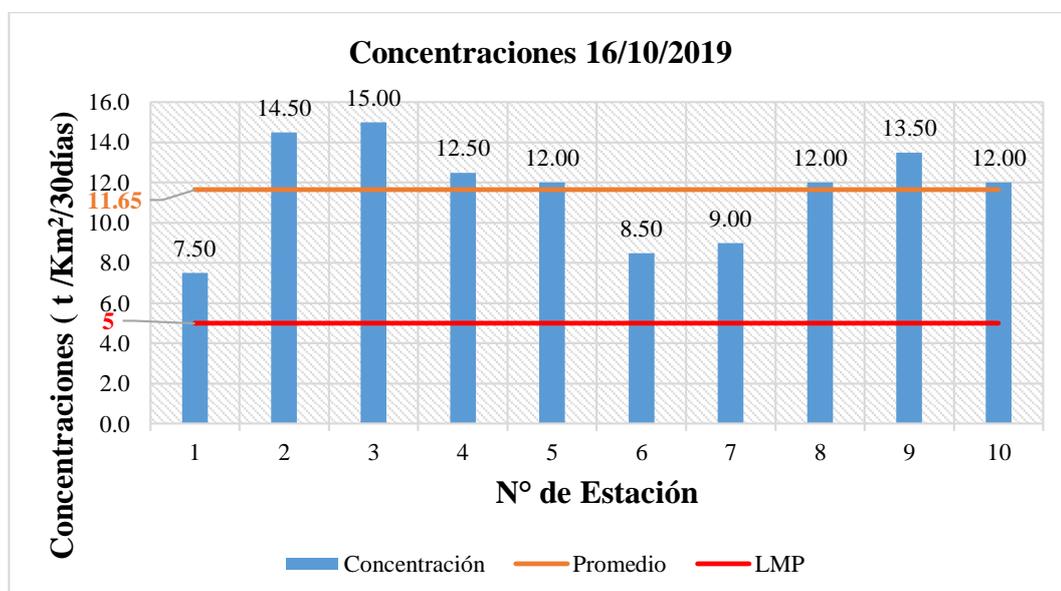


Figura 4. Concentraciones del segundo día de monitoreo 16/10/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.3. Tercer día de monitoreo 22/10/2019 (Primer Martes).

En la Tabla 13 se encuentran los datos obtenidos el día martes 22 de octubre del 2019, la concentración promedio es $10.60 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, las estaciones con mayor concentración son PAS-009 y PAS-002 con $14.00 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$ y la estación con menor concentración es PAS-001 con $6 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$; todos estos y los demás datos de las estaciones son representados gráficamente en la Figura 5.

Tabla 13.

Cálculo de concentraciones del tercer día de monitoreo 22/10/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($\text{t/Km}^2/30 \text{ días}$)
03	PAS - 001	75.357	75.345	0.012	6.00
03	PAS - 002	75.362	75.334	0.028	14.00
03	PAS - 003	75.356	75.331	0.025	12.50
03	PAS - 004	75.362	75.340	0.022	11.00
03	PAS - 005	75.357	75.339	0.018	9.00
03	PAS - 006	75.360	75.342	0.018	9.00
03	PAS - 007	75.378	75.361	0.017	8.50
03	PAS - 008	75.366	75.344	0.022	11.00
03	PAS - 009	75.374	75.346	0.028	14.00
03	PAS - 010	75.369	75.347	0.022	11.00
Promedio					10.60

Fuente: Elaboración propia, 2021.

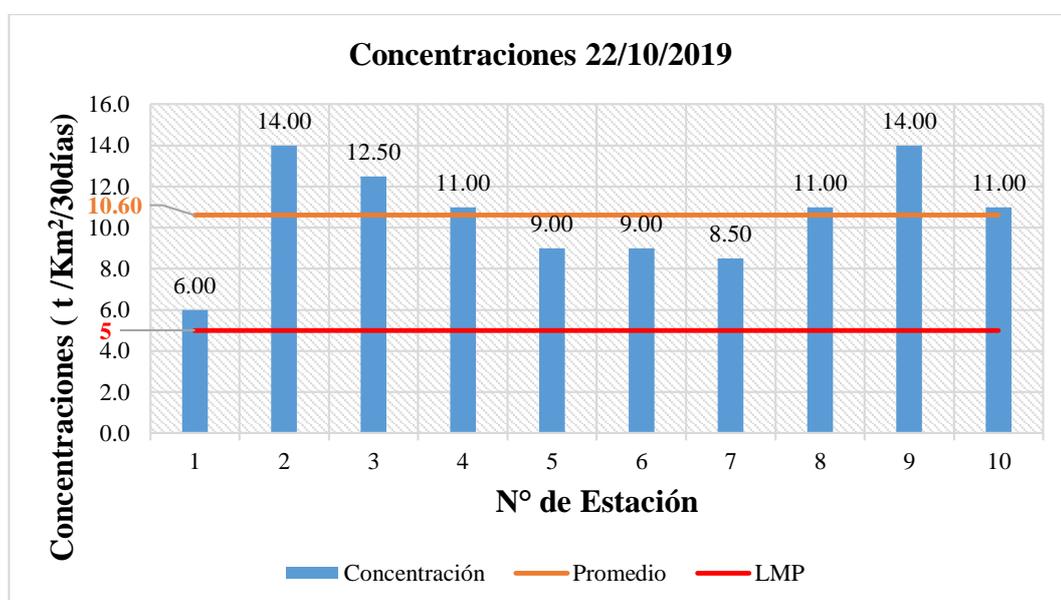


Figura 5. Concentraciones del tercer día de monitoreo 22/10/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.4. Cuarto día de monitoreo 28/10/2019 (Primer Lunes).

En la Tabla 14 se encuentran los datos obtenidos el día lunes 28 de octubre del 2019, la concentración promedio es 10.45 $t/Km^2/30$ días, la estación con mayor concentración es PAS-009 con 14.50 $t/Km^2/30$ días y la estación con menor concentración es PAS-007 con 5.50 $t/Km^2/30$ días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 6.

Tabla 14.

Cálculo de concentraciones del cuarto día de monitoreo 28/10/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($t/Km^2/30$ días)
04	PAS - 001	75.366	75.350	0.016	8.00
04	PAS - 002	75.366	75.341	0.025	12.50
04	PAS - 003	75.361	75.333	0.028	14.00
04	PAS - 004	75.370	75.351	0.019	9.50
04	PAS - 005	75.371	75.351	0.020	10.00
04	PAS - 006	75.375	75.360	0.015	7.50
04	PAS - 007	75.356	75.345	0.011	5.50
04	PAS - 008	75.357	75.338	0.019	9.50
04	PAS - 009	75.371	75.342	0.029	14.50
04	PAS - 010	75.362	75.335	0.027	13.50
Promedio					10.45

Fuente: Elaboración propia, 2021.

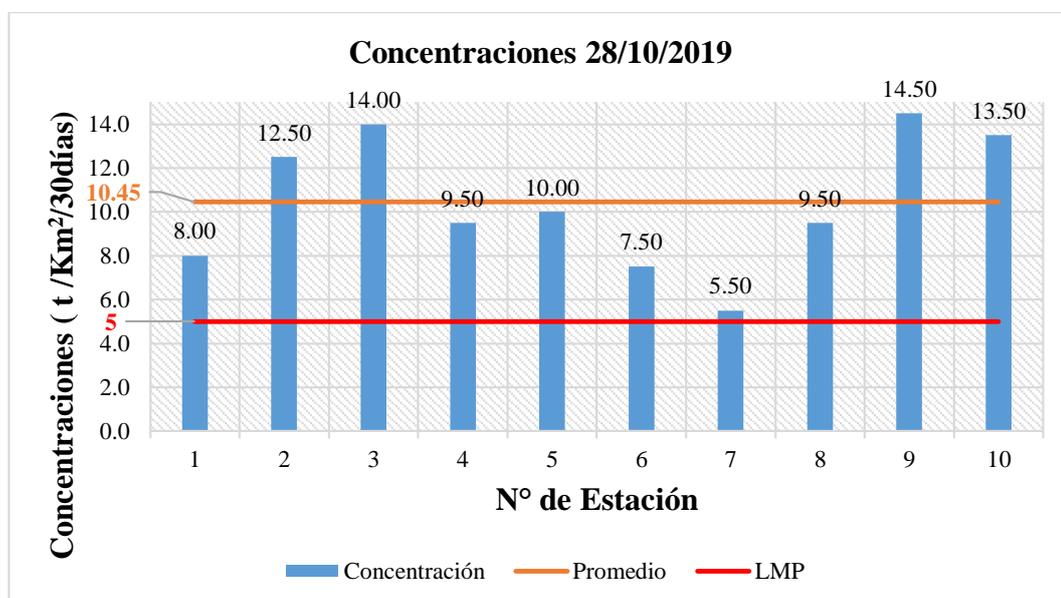


Figura 6. Concentraciones del cuarto día de monitoreo 28/10/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.5. Quinto día de monitoreo 03/11/2019 (Primer Domingo).

En la Tabla 15 se hallan los datos obtenidos el día domingo 3 de noviembre del 2019, la concentración promedio es 10.45 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-009 con 14.00 t/Km²/30 días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 7.50 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 7.

Tabla 15.

Cálculo de concentraciones del quinto día de monitoreo 03/11/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
05	PAS - 001	75.357	75.342	0.015	7.50
05	PAS - 002	75.374	75.349	0.025	12.50
05	PAS - 003	75.371	75.345	0.026	13.00
05	PAS - 004	75.360	75.338	0.022	11.00
05	PAS - 005	75.373	75.354	0.019	9.50
05	PAS - 006	75.368	75.352	0.016	8.00
05	PAS - 007	75.366	75.349	0.017	8.50
05	PAS - 008	75.365	75.342	0.023	11.50
05	PAS - 009	75.359	75.331	0.028	14.00
05	PAS - 010	75.375	75.357	0.018	9.00
Promedio					10.45

Fuente: Elaboración propia, 2021.

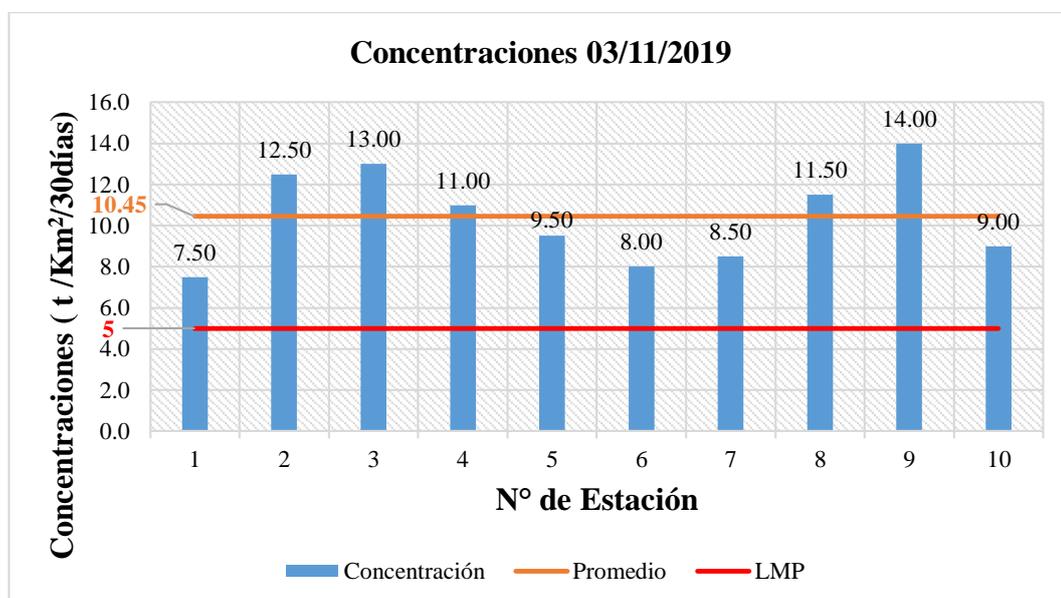


Figura 7. Concentraciones del quinto día de monitoreo 03/11/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.6. Sexto día de monitoreo 09/11/2019 (Primer Sábado).

En la Tabla 16 se hallan los datos obtenidos el día sábado 9 de noviembre del 2019, la concentración promedio es 11.50 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-002 con 15.00 t/Km²/30 días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 7.50 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 8.

Tabla 16.

Cálculo de concentraciones del sexto día de monitoreo 09/11/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
06	PAS - 001	75.361	75.346	0.015	7.50
06	PAS - 002	75.376	75.346	0.030	15.00
06	PAS - 003	75.355	75.326	0.029	14.50
06	PAS - 004	75.371	75.347	0.024	12.00
06	PAS - 005	75.360	75.335	0.025	12.50
06	PAS - 006	75.369	75.352	0.017	8.50
06	PAS - 007	75.368	75.352	0.016	8.00
06	PAS - 008	75.371	75.348	0.023	11.50
06	PAS - 009	75.366	75.338	0.028	14.00
06	PAS - 010	75.361	75.338	0.023	11.50
Promedio					11.50

Fuente: Elaboración propia, 2021.

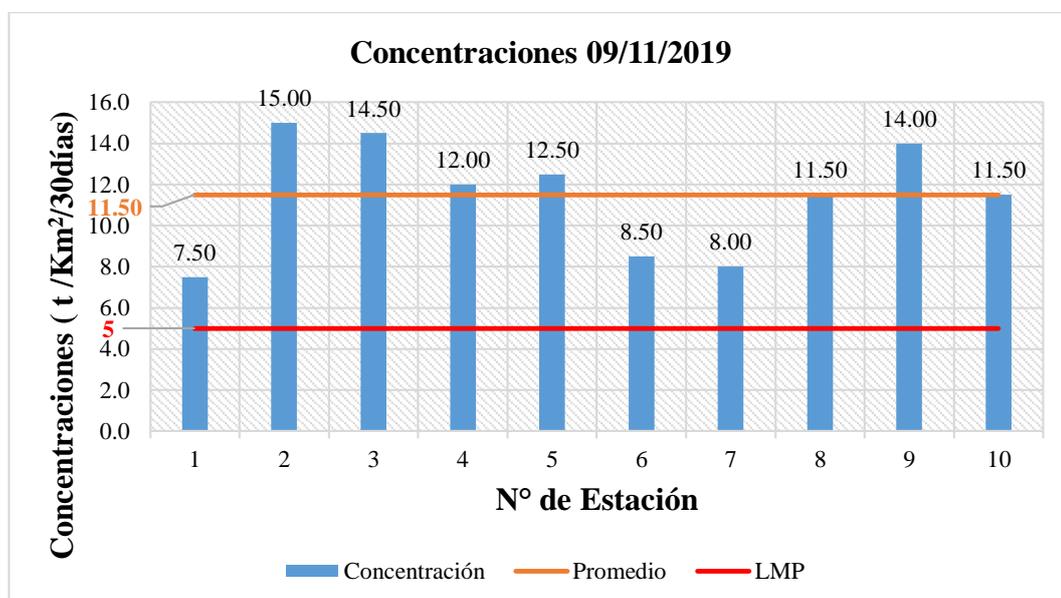


Figura 8. Concentraciones del sexto día de monitoreo 09/11/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.7. Séptimo día de monitoreo 15/11/2019 (Primer Viernes).

En la Tabla 17 se hallan los datos obtenidos el día viernes 15 de noviembre del 2019, la concentración promedio es 10.40 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-003 con 14.00 t/Km²/30 días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 6.50 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 9.

Tabla 17.

Cálculo de concentraciones del séptimo día de monitoreo 15/11/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
07	PAS - 001	75.370	75.357	0.013	6.50
07	PAS - 002	75.357	75.331	0.026	13.00
07	PAS - 003	75.375	75.347	0.028	14.00
07	PAS - 004	75.356	75.336	0.020	10.00
07	PAS - 005	75.359	75.338	0.021	10.50
07	PAS - 006	75.371	75.356	0.015	7.50
07	PAS - 007	75.374	75.358	0.016	8.00
07	PAS - 008	75.356	75.334	0.022	11.00
07	PAS - 009	75.378	75.353	0.025	12.50
07	PAS - 010	75.365	75.343	0.022	11.00
Promedio					10.40

Fuente: Elaboración propia, 2021.

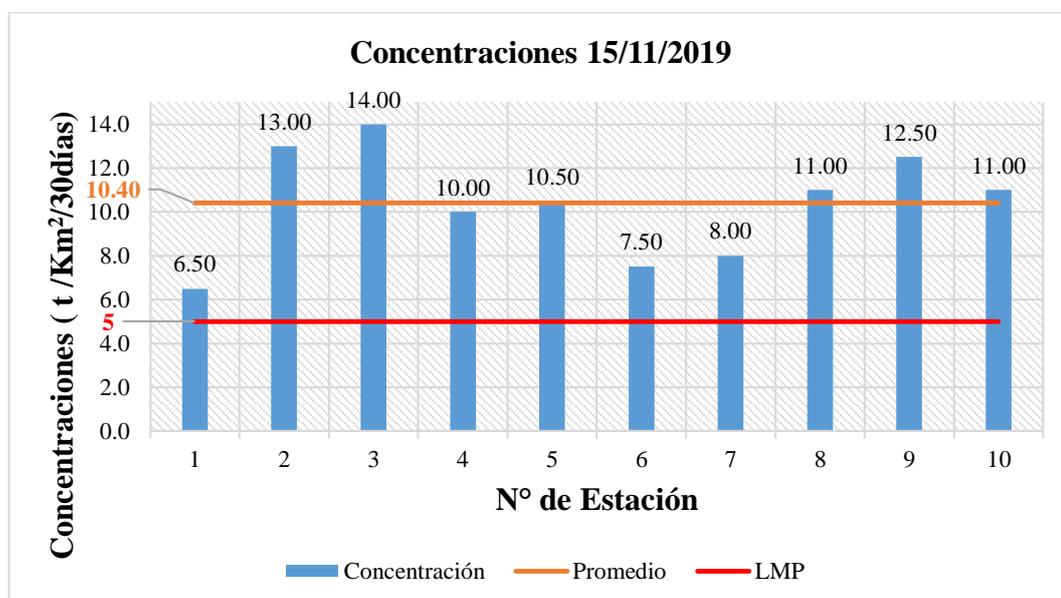


Figura 9. Concentraciones del séptimo día de monitoreo 15/11/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.8. Octavo día de monitoreo 21/11/2019 (Segundo Jueves).

En la Tabla 18 se hallan los datos obtenidos el día jueves 21 de noviembre del 2019, la concentración promedio es 10.25 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-002 con 15.50 t/Km²/30 días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 5.50 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 10.

Tabla 18.

Cálculo de concentraciones del octavo día de monitoreo 21/11/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
08	PAS - 001	75.363	75.352	0.011	5.50
08	PAS - 002	75.362	75.331	0.031	15.50
08	PAS - 003	75.363	75.334	0.029	14.50
08	PAS - 004	75.365	75.348	0.017	8.50
08	PAS - 005	75.367	75.349	0.018	9.00
08	PAS - 006	75.371	75.356	0.015	7.50
08	PAS - 007	75.373	75.357	0.016	8.00
08	PAS - 008	75.372	75.351	0.021	10.50
08	PAS - 009	75.371	75.344	0.027	13.50
08	PAS - 010	75.363	75.343	0.020	10.00
Promedio					10.25

Fuente: Elaboración propia, 2021.

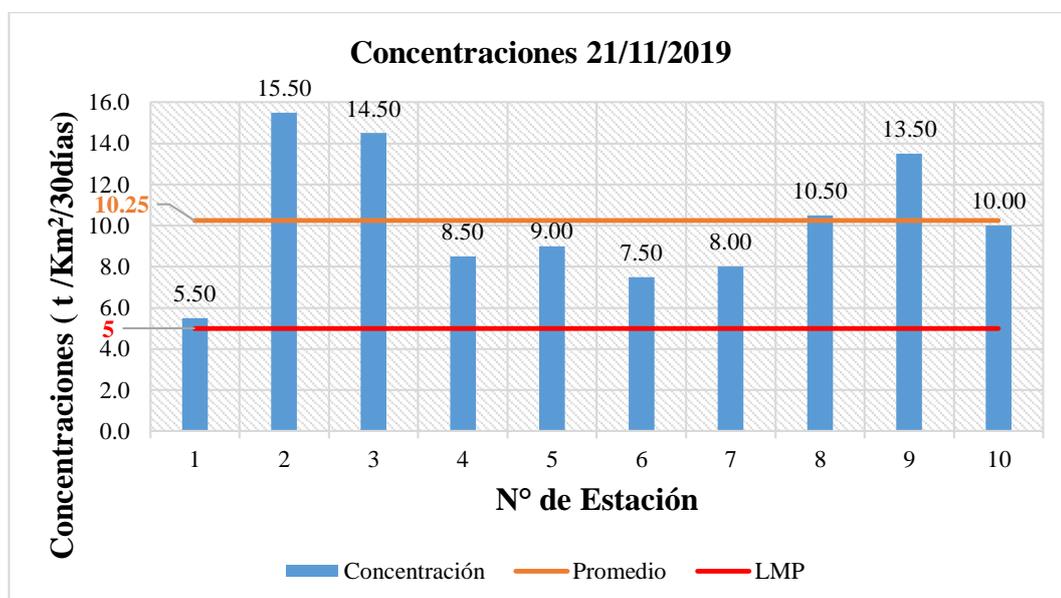


Figura 10. Concentraciones del octavo día de monitoreo 21/11/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.9. Noveno día de monitoreo 27/11/2019 (Segundo Miércoles).

En la Tabla 19 se hallan los datos del día miércoles 27 de noviembre del 2019, la concentración promedio es $10.40 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, la estación con mayor concentración es PAS-009 con $14.00 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, la estación con menor concentración es PAS-006 con $7.50 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 11.

Tabla 19.

Cálculo de concentraciones del noveno día de monitoreo 27/11/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($\text{t/Km}^2/30 \text{ días}$)
09	PAS - 001	75.368	75.352	0.016	8.00
09	PAS - 002	75.362	75.336	0.026	13.00
09	PAS - 003	75.362	75.337	0.025	12.50
09	PAS - 004	75.362	75.340	0.022	11.00
09	PAS - 005	75.356	75.337	0.019	9.50
09	PAS - 006	75.357	75.342	0.015	7.50
09	PAS - 007	75.365	75.349	0.016	8.00
09	PAS - 008	75.355	75.333	0.022	11.00
09	PAS - 009	75.359	75.331	0.028	14.00
09	PAS - 010	75.361	75.342	0.019	9.50
Promedio					10.40

Fuente: Elaboración propia, 2021.

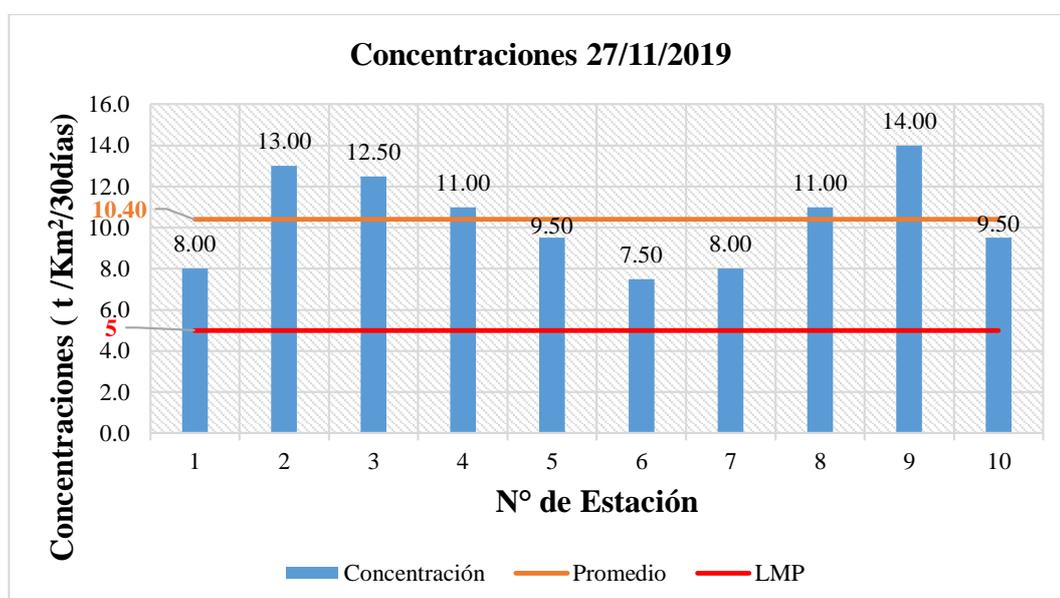


Figura 11. Concentraciones del noveno día de monitoreo 27/11/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.10. Décimo día de monitoreo 03/12/2019 (Segundo Martes).

En la Tabla 20 se hallan los datos obtenidos el día martes 03 de diciembre del 2019, la concentración promedio es 11.10 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-009 con 15.00 t/Km²/30 días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 8.00 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 12.

Tabla 20.

Cálculo de concentraciones del décimo día de monitoreo 03/12/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
10	PAS - 001	75.375	75.359	0.016	8.00
10	PAS - 002	75.371	75.343	0.028	14.00
10	PAS - 003	75.371	75.344	0.027	13.50
10	PAS - 004	75.361	75.339	0.022	11.00
10	PAS - 005	75.362	75.339	0.023	11.50
10	PAS - 006	75.362	75.345	0.017	8.50
10	PAS - 007	75.367	75.349	0.018	9.00
10	PAS - 008	75.374	75.352	0.022	11.00
10	PAS - 009	75.363	75.333	0.030	15.00
10	PAS - 010	75.376	75.357	0.019	9.50
Promedio					11.10

Fuente: Elaboración propia, 2021.

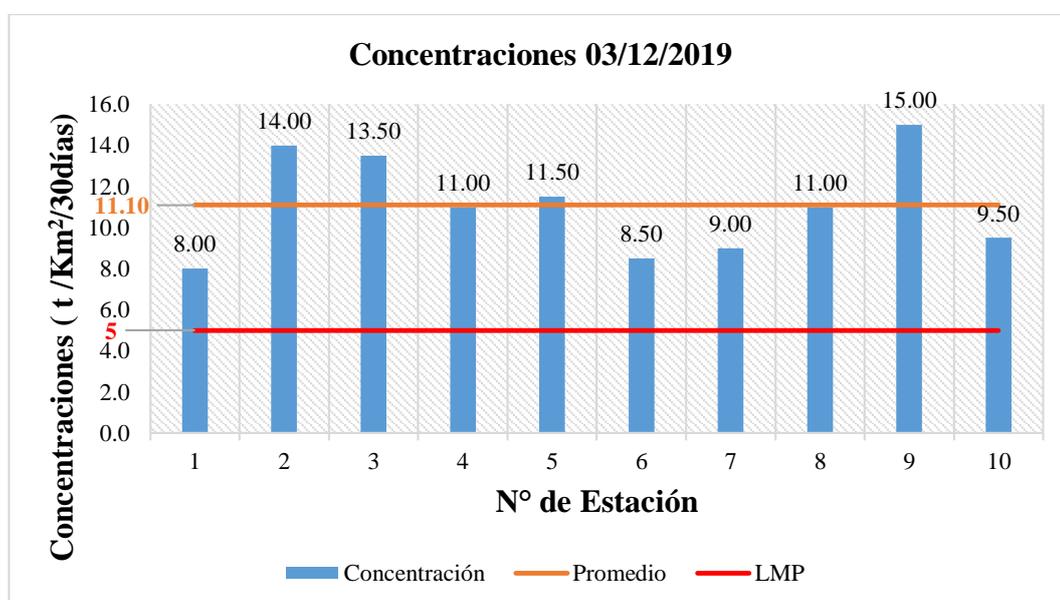


Figura 12. Concentraciones del décimo día de monitoreo 03/12/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.11. Décimo primer día de monitoreo 09/12/2019 (Segundo Lunes).

En la Tabla 21 se hallan los datos obtenidos el día lunes 09 de diciembre del 2019, la concentración promedio es $10.40 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, la estación con mayor concentración es PAS-009 con $14.50 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, la estación con menor concentración es PAS-006 con $6.50 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 13.

Tabla 21.

Cálculo de concentraciones del décimo primer día de monitoreo 09/12/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($\text{t/Km}^2/30 \text{ días}$)
11	PAS - 001	75.360	75.345	0.015	7.50
11	PAS - 002	75.370	75.343	0.027	13.50
11	PAS - 003	75.377	75.352	0.025	12.50
11	PAS - 004	75.362	75.342	0.020	10.00
11	PAS - 005	75.363	75.344	0.019	9.50
11	PAS - 006	75.370	75.357	0.013	6.50
11	PAS - 007	75.372	75.356	0.016	8.00
11	PAS - 008	75.360	75.339	0.021	10.50
11	PAS - 009	75.356	75.327	0.029	14.50
11	PAS - 010	75.345	75.322	0.023	11.50
Promedio					10.40

Fuente: Elaboración propia, 2021.

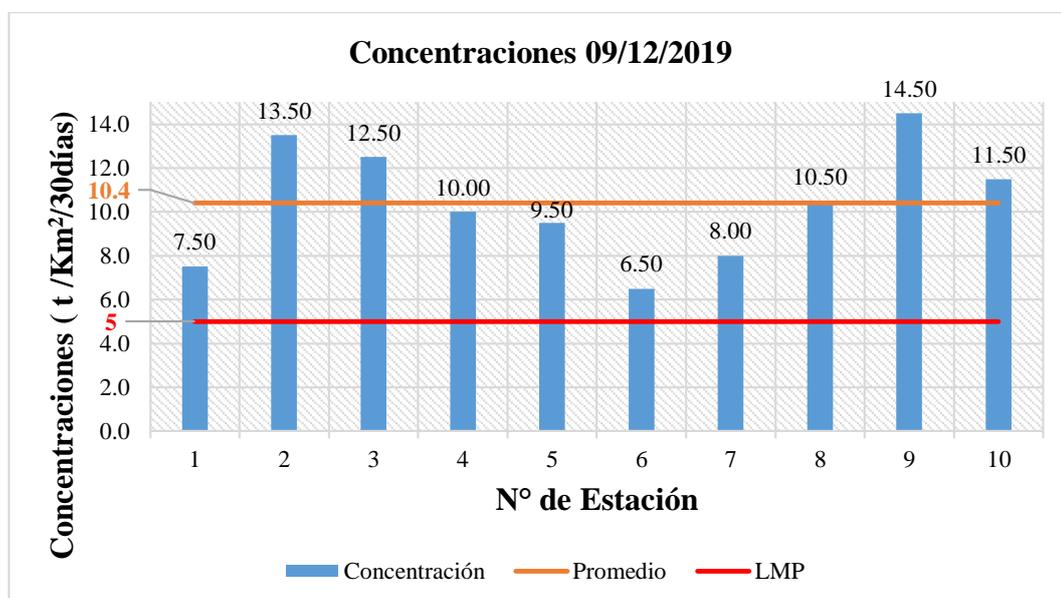


Figura 13. Concentraciones del décimo primer día de monitoreo 09/12/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.12. Décimo segundo día de monitoreo 15/12/2019 (Segundo Domingo).

En la Tabla 22 se hallan los datos obtenidos el día domingo 15 de diciembre del 2019, la concentración promedio es 10.35 $t/Km^2/30$ días, la estación con mayor concentración es PAS-009 con 13.50 $t/Km^2/30$ días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 7.00 $t/Km^2/30$ días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 14.

Tabla 22.

Cálculo de concentraciones del décimo segundo día de monitoreo 15/12/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($t/Km^2/30$ días)
12	PAS - 001	75.376	75.361	0.015	7.00
12	PAS - 002	75.357	75.331	0.026	13.00
12	PAS - 003	75.355	75.330	0.025	12.50
12	PAS - 004	75.375	75.353	0.022	11.00
12	PAS - 005	75.360	75.341	0.019	9.50
12	PAS - 006	75.356	75.341	0.015	8.00
12	PAS - 007	75.378	75.363	0.015	7.50
12	PAS - 008	75.374	75.354	0.020	10.00
12	PAS - 009	75.356	75.329	0.027	13.50
12	PAS - 010	75.359	75.336	0.023	11.50
Promedio					10.35

Fuente: Elaboración propia, 2021.

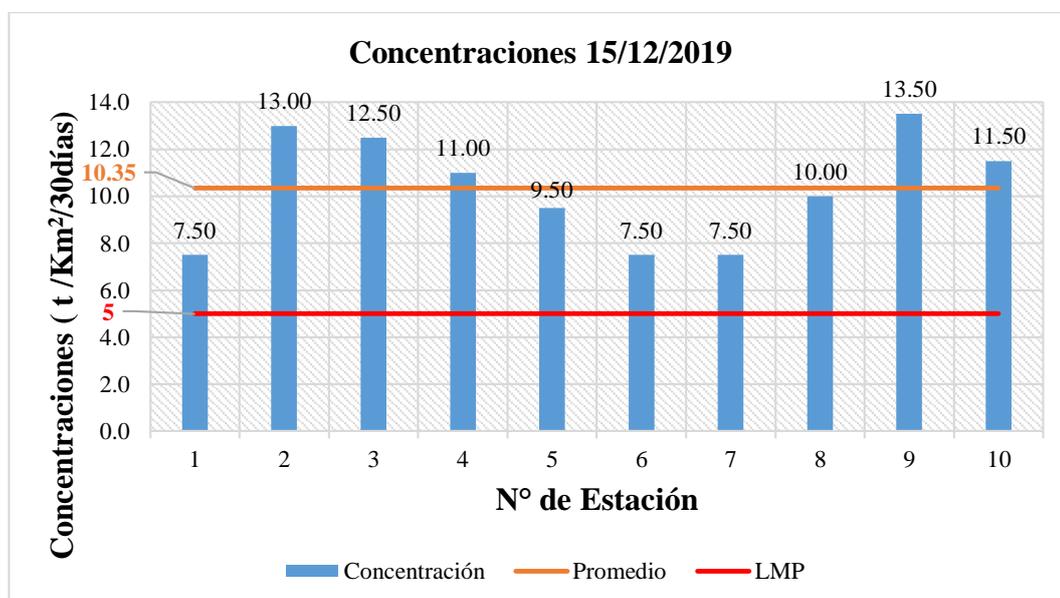


Figura 14. Concentraciones del décimo segundo día de monitoreo 15/12/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.13. Décimo tercer día de monitoreo 21/12/2019 (Segundo Sábado).

En la Tabla 23 se hallan los datos obtenidos el día sábado 21 de diciembre del 2019, la concentración promedio es 10.00 t/Km²/30 días, la estación con mayor concentración es PAS-009 con 13.50 t/Km²/30 días, la estación con menor concentración es PAS-007 con 6.00 t/Km²/30 días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 15.

Tabla 23.

Cálculo de concentraciones del décimo tercer día de monitoreo 21/12/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] (t/Km ² /30 días)
13	PAS - 001	75.358	75.342	0.016	8.00
13	PAS - 002	75.364	75.339	0.025	12.50
13	PAS - 003	75.363	75.337	0.026	13.00
13	PAS - 004	75.355	75.336	0.019	9.50
13	PAS - 005	75.357	75.336	0.021	10.50
13	PAS - 006	75.367	75.353	0.014	7.00
13	PAS - 007	75.376	75.364	0.012	6.00
13	PAS - 008	75.370	75.349	0.021	10.50
13	PAS - 009	75.373	75.346	0.027	13.50
13	PAS - 010	75.366	75.347	0.019	9.50
Promedio					10.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

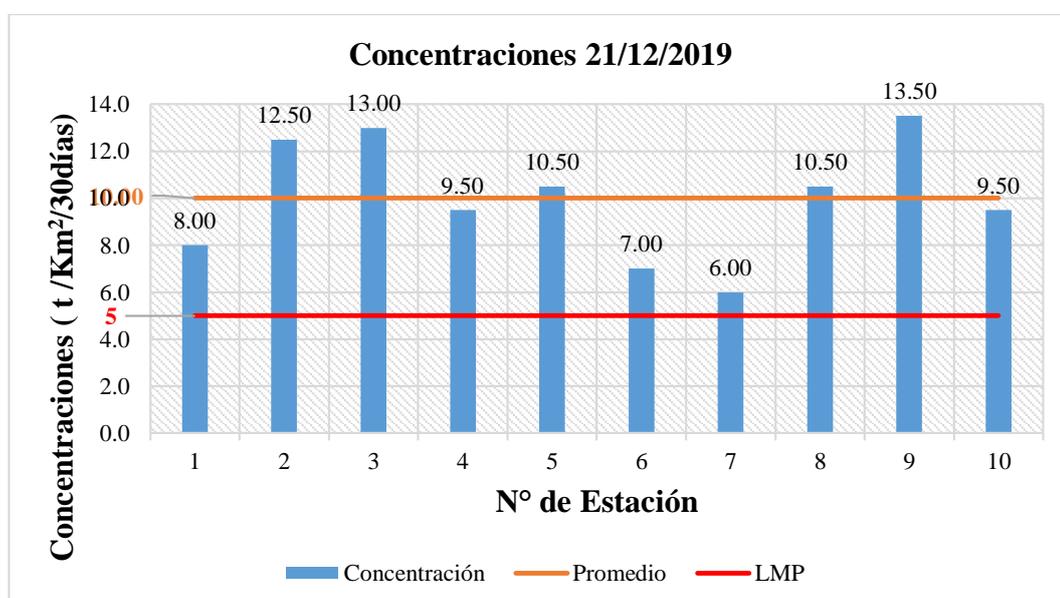


Figura 15. Concentraciones del décimo tercer día de monitoreo 21/12/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2.14. Décimo cuarto día de monitoreo 27/12/2019 (Segundo Viernes).

En la Tabla 24 se hallan los datos obtenidos el día sábado 27 de diciembre del 2019, la concentración promedio es 10.35 $t/Km^2/30$ días, la estación con mayor concentración es PAS-009 con 13.50 $t/Km^2/30$ días, la estación con menor concentración es PAS-001 con 5.50 $t/Km^2/30$ días; todos estos y los demás datos de las otras estaciones son representados gráficamente en la Figura 16.

Tabla 24.

Cálculo de concentraciones del décimo cuarto día de monitoreo 27/12/2019.

N° de Muestreo	Estación	Masa Final (g)	Masa Inicial (g)	Diferencia de masa (g)	[PAS] ($t/Km^2/30$ días)
14	PAS - 001	75.366	75.355	0.011	5.50
14	PAS - 002	75.363	75.337	0.026	13.00
14	PAS - 003	75.360	75.335	0.025	12.50
14	PAS - 004	75.361	75.339	0.022	11.00
14	PAS - 005	75.372	75.349	0.023	11.50
14	PAS - 006	75.369	75.355	0.014	7.00
14	PAS - 007	75.350	75.334	0.016	8.00
14	PAS - 008	75.364	75.344	0.020	10.00
14	PAS - 009	75.368	75.341	0.027	13.50
14	PAS - 010	75.370	75.347	0.023	11.50
Promedio					10.35

Fuente: Elaboración propia, 2021.

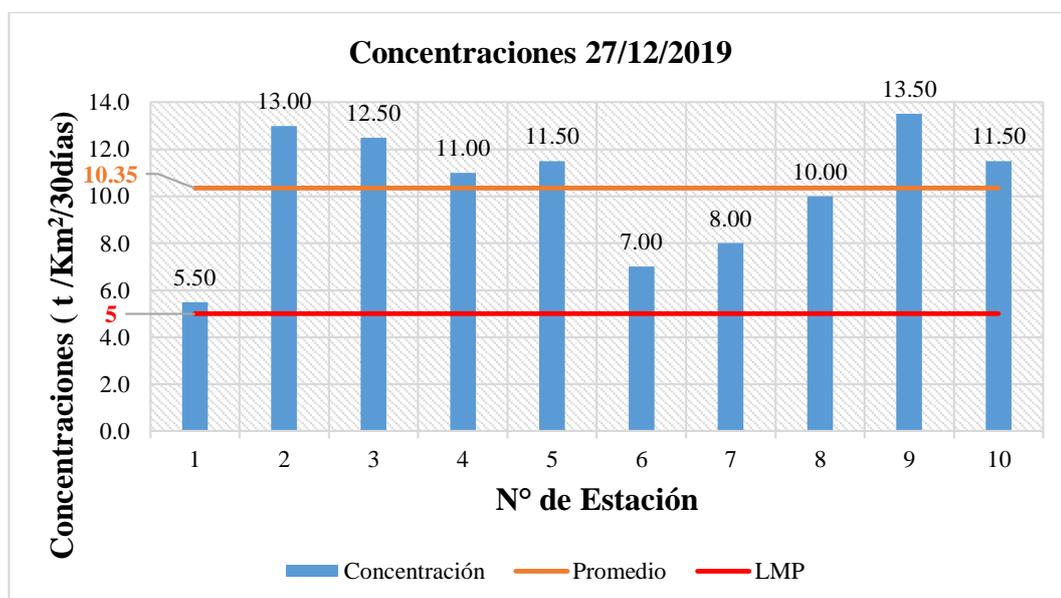


Figura 16. Concentraciones del décimo cuarto día de monitoreo 27/12/2019.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3. Análisis por estación de monitoreo

4.3.1. Estación de monitoreo PAS-001.

En la Tabla 25 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-001 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de 7.18 t/Km²/30 días, como lo representa gráficamente la Figura 17.

Tabla 25.

Concentraciones de la estación PAS-001

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 001	10/10/2019	8.00
2	PAS - 001	16/10/2019	7.50
3	PAS - 001	22/10/2019	6.00
4	PAS - 001	28/10/2019	8.00
5	PAS - 001	03/11/2019	7.50
6	PAS - 001	09/11/2019	7.50
7	PAS - 001	15/11/2019	6.50
8	PAS - 001	21/11/2019	5.50
9	PAS - 001	27/11/2019	8.00
10	PAS - 001	03/12/2019	8.00
11	PAS - 001	09/12/2019	7.50
12	PAS - 001	15/12/2019	7.00
13	PAS - 001	21/12/2019	8.00
14	PAS - 001	27/12/2019	5.50
Promedio			7.18

Fuente: Elaboración propia, 2021.

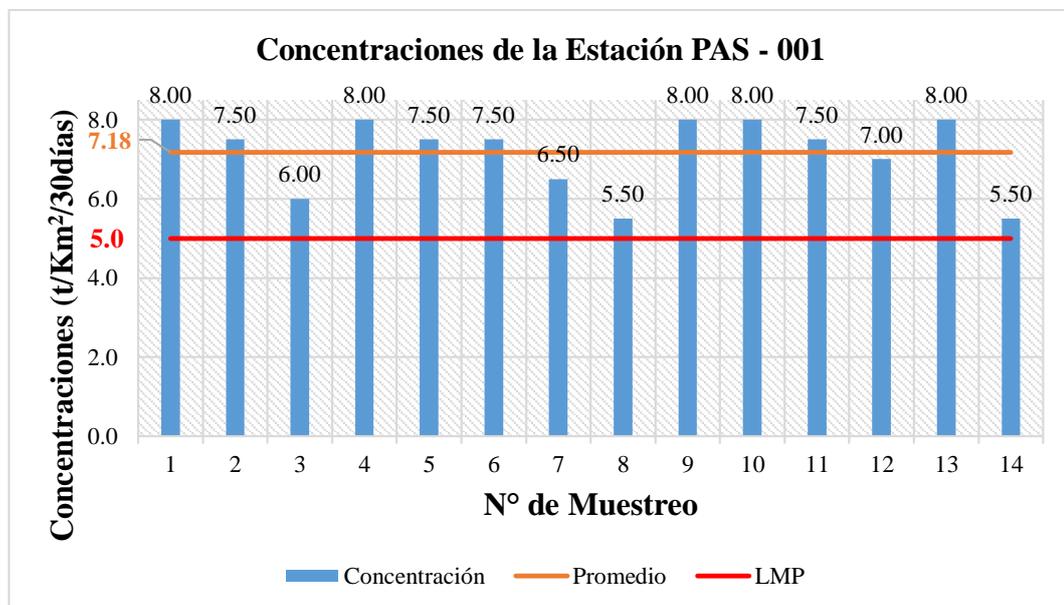


Figura 17. Concentraciones de la Estación PAS-001

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.2. Estación de monitoreo PAS-002.

En la Tabla 26 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-002 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de $13.57 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, como lo representa gráficamente la Figura 18.

Tabla 26.

Concentraciones de la estación PAS-002

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 002	10/10/2019	14.00
2	PAS - 002	16/10/2019	14.50
3	PAS - 002	22/10/2019	14.00
4	PAS - 002	28/10/2019	12.50
5	PAS - 002	03/11/2019	12.50
6	PAS - 002	09/11/2019	15.00
7	PAS - 002	15/11/2019	13.00
8	PAS - 002	21/11/2019	15.50
9	PAS - 002	27/11/2019	13.00
10	PAS - 002	03/12/2019	14.00
11	PAS - 002	09/12/2019	13.50
12	PAS - 002	15/12/2019	13.00
13	PAS - 002	21/12/2019	12.50
14	PAS - 002	27/12/2019	13.00
Promedio			13.57

Fuente: Elaboración propia, 2021.

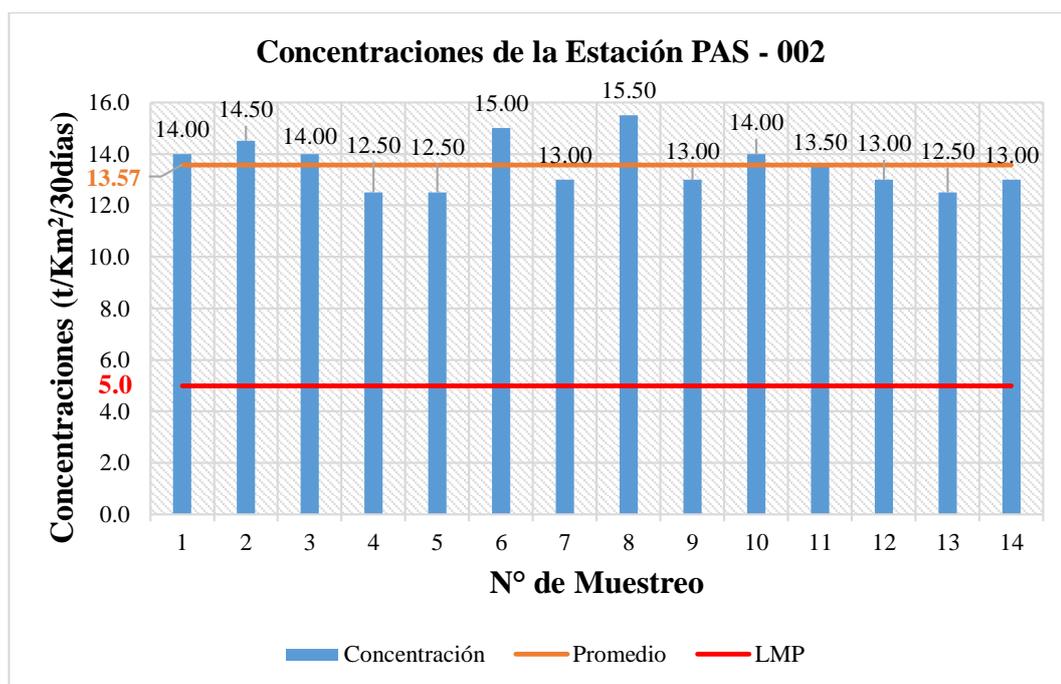


Figura 18. Concentraciones de la Estación PAS-002

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.3. Estación de monitoreo PAS-003.

En la Tabla 27 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-003 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de 13.39 $t/Km^2/30$ días, como lo representa gráficamente la Figura 19.

Tabla 27.

Concentraciones de la estación PAS-003

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] ($t/Km^2/30$ días)
1	PAS - 003	10/10/2019	13.50
2	PAS - 003	16/10/2019	15.00
3	PAS - 003	22/10/2019	12.50
4	PAS - 003	28/10/2019	14.00
5	PAS - 003	03/11/2019	13.00
6	PAS - 003	09/11/2019	14.50
7	PAS - 003	15/11/2019	14.00
8	PAS - 003	21/11/2019	14.50
9	PAS - 003	27/11/2019	12.50
10	PAS - 003	03/12/2019	13.50
11	PAS - 003	09/12/2019	12.50
12	PAS - 003	15/12/2019	12.50
13	PAS - 003	21/12/2019	13.00
14	PAS - 003	27/12/2019	12.50
Promedio			13.39

Fuente: Elaboración propia, 2021.

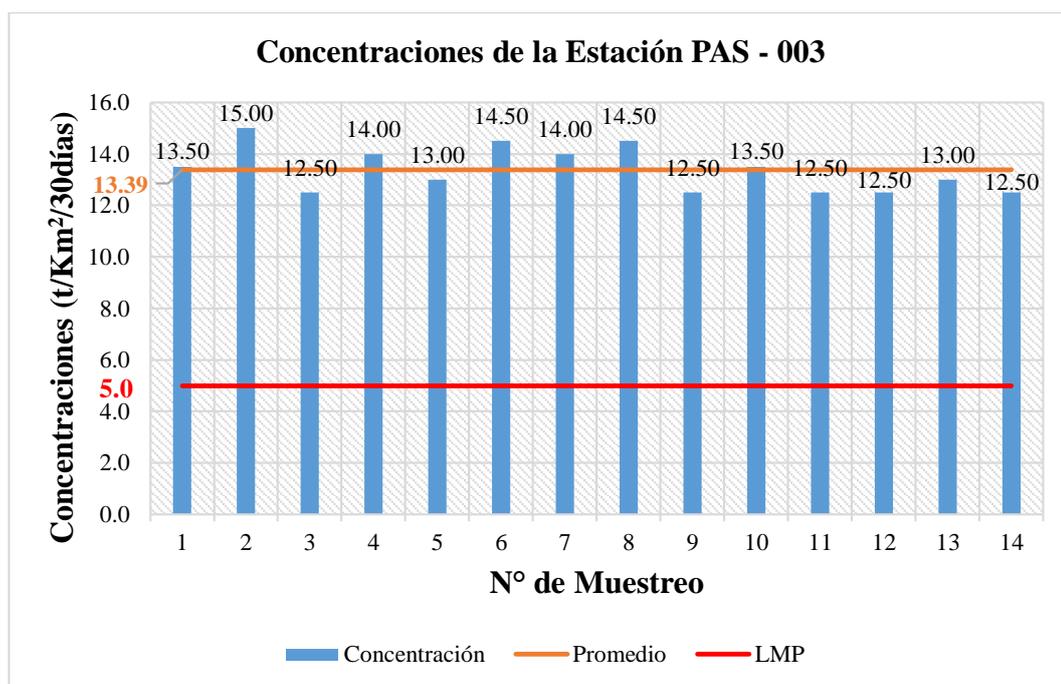


Figura 19. Concentraciones de la Estación PAS-003

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.4. Estación de monitoreo PAS-004.

En la Tabla 28 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-004 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de 10.61 $t/Km^2/30$ días, como lo representa gráficamente la Figura 20.

Tabla 28.

Concentraciones de la estación PAS-004

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 004	10/10/2019	10.50
2	PAS - 004	16/10/2019	12.50
3	PAS - 004	22/10/2019	11.00
4	PAS - 004	28/10/2019	9.50
5	PAS - 004	03/11/2019	11.00
6	PAS - 004	09/11/2019	12.00
7	PAS - 004	15/11/2019	10.00
8	PAS - 004	21/11/2019	8.50
9	PAS - 004	27/11/2019	11.00
10	PAS - 004	03/12/2019	11.00
11	PAS - 004	09/12/2019	10.00
12	PAS - 004	15/12/2019	11.00
13	PAS - 004	21/12/2019	9.50
14	PAS - 004	27/12/2019	11.00
Promedio			10.61

Fuente: Elaboración propia, 2021.

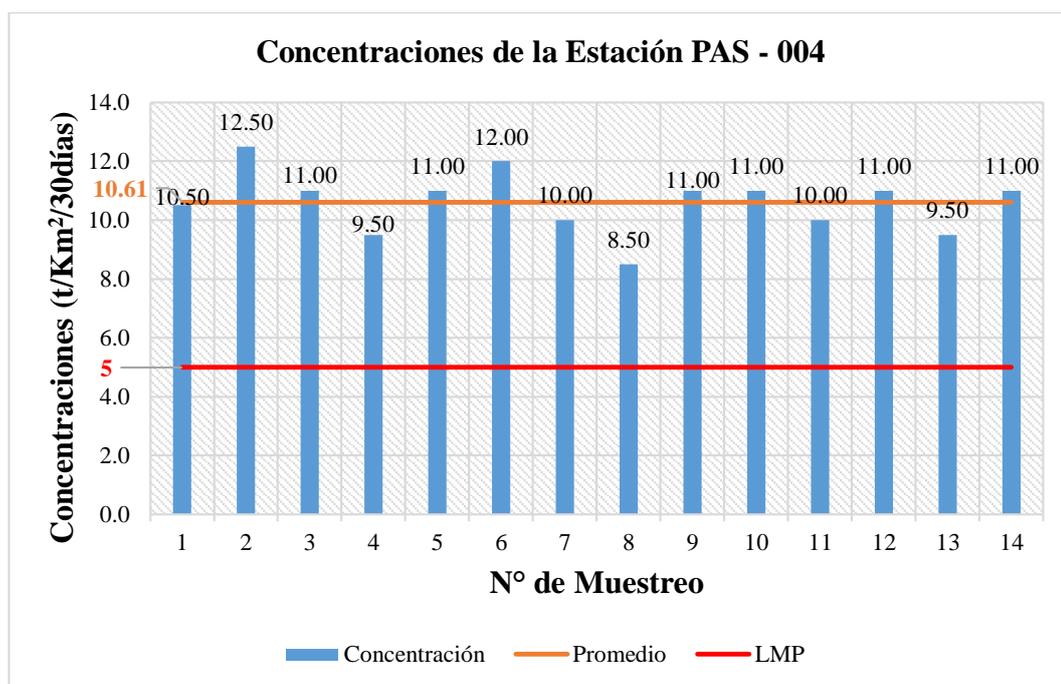


Figura 20. Concentraciones de la Estación PAS-004

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.5. Estación de monitoreo PAS-005.

En la Tabla 29 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-005 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de $10.32 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, como lo representa gráficamente la Figura 21.

Tabla 29.

Concentraciones de la estación PAS-005

Nº de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 005	10/10/2019	10.00
2	PAS - 005	16/10/2019	12.00
3	PAS - 005	22/10/2019	9.00
4	PAS - 005	28/10/2019	10.00
5	PAS - 005	03/11/2019	9.50
6	PAS - 005	09/11/2019	12.50
7	PAS - 005	15/11/2019	10.50
8	PAS - 005	21/11/2019	9.00
9	PAS - 005	27/11/2019	9.50
10	PAS - 005	03/12/2019	11.50
11	PAS - 005	09/12/2019	9.50
12	PAS - 005	15/12/2019	9.50
13	PAS - 005	21/12/2019	10.50
14	PAS - 005	27/12/2019	11.50
Promedio			10.32

Fuente: Elaboración propia, 2021.

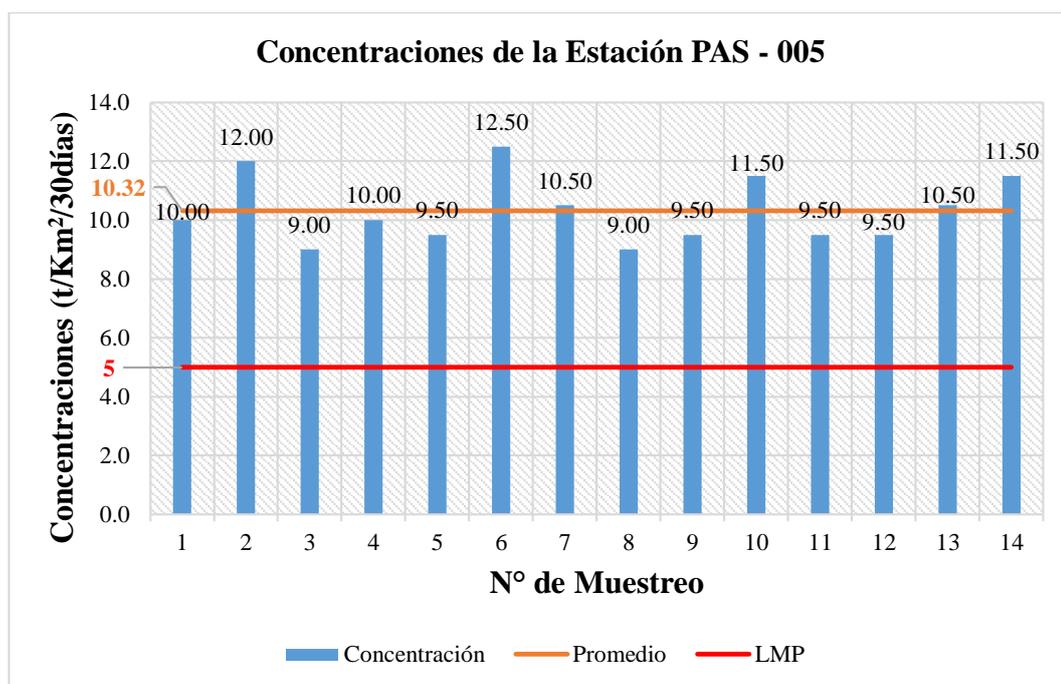


Figura 21. Concentraciones de la Estación PAS-005

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.6. Estación de monitoreo PAS-006.

En la Tabla 30 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-006 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de 7.79 t/Km²/30 días, como lo representa gráficamente la Figura 22.

Tabla 30.

Concentraciones de la estación PAS-006

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 006	10/10/2019	8.00
2	PAS - 006	16/10/2019	8.50
3	PAS - 006	22/10/2019	9.00
4	PAS - 006	28/10/2019	7.50
5	PAS - 006	03/11/2019	8.00
6	PAS - 006	09/11/2019	8.50
7	PAS - 006	15/11/2019	7.50
8	PAS - 006	21/11/2019	7.50
9	PAS - 006	27/11/2019	7.50
10	PAS - 006	03/12/2019	8.50
11	PAS - 006	09/12/2019	6.50
12	PAS - 006	15/12/2019	8.00
13	PAS - 006	21/12/2019	7.00
14	PAS - 006	27/12/2019	7.00
Promedio			7.79

Fuente: Elaboración propia, 2021.

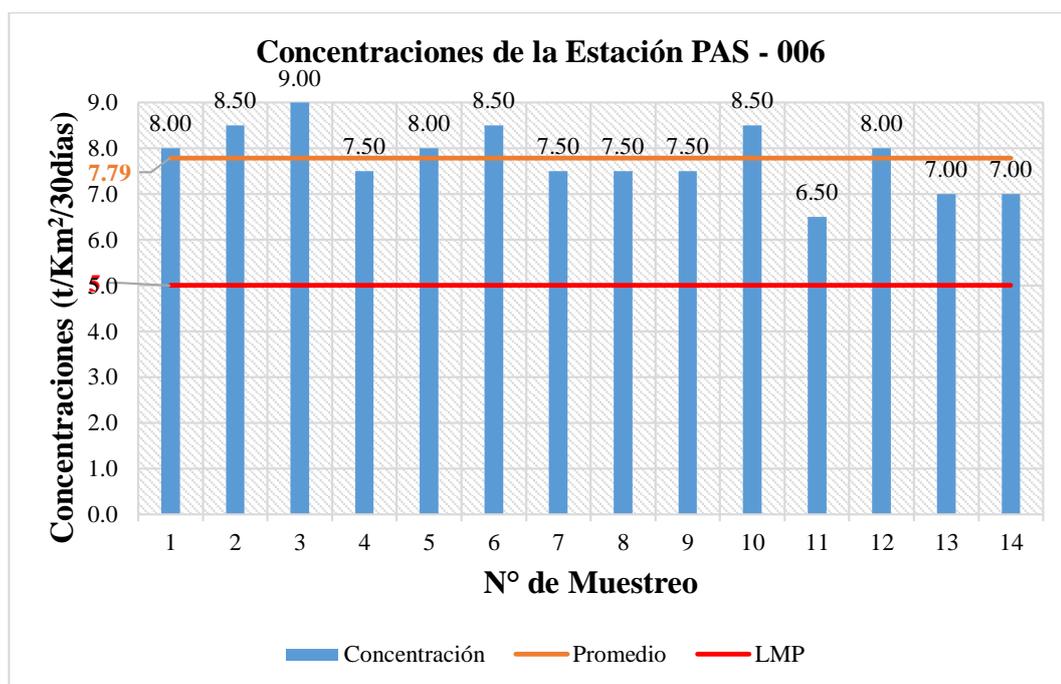


Figura 22. Concentraciones de la Estación PAS-006

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.7. Estación de monitoreo PAS-007.

En la Tabla 31 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-007 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de $7.82 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, como lo representa gráficamente la Figura 23.

Tabla 31.

Concentraciones de la estación PAS-007

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 007	10/10/2019	7.50
2	PAS - 007	16/10/2019	9.00
3	PAS - 007	22/10/2019	8.50
4	PAS - 007	28/10/2019	5.50
5	PAS - 007	03/11/2019	8.50
6	PAS - 007	09/11/2019	8.00
7	PAS - 007	15/11/2019	8.00
8	PAS - 007	21/11/2019	8.00
9	PAS - 007	27/11/2019	8.00
10	PAS - 007	03/12/2019	9.00
11	PAS - 007	09/12/2019	8.00
12	PAS - 007	15/12/2019	7.50
13	PAS - 007	21/12/2019	6.00
14	PAS - 007	27/12/2019	8.00
Promedio			7.82

Fuente: Elaboración propia, 2021.

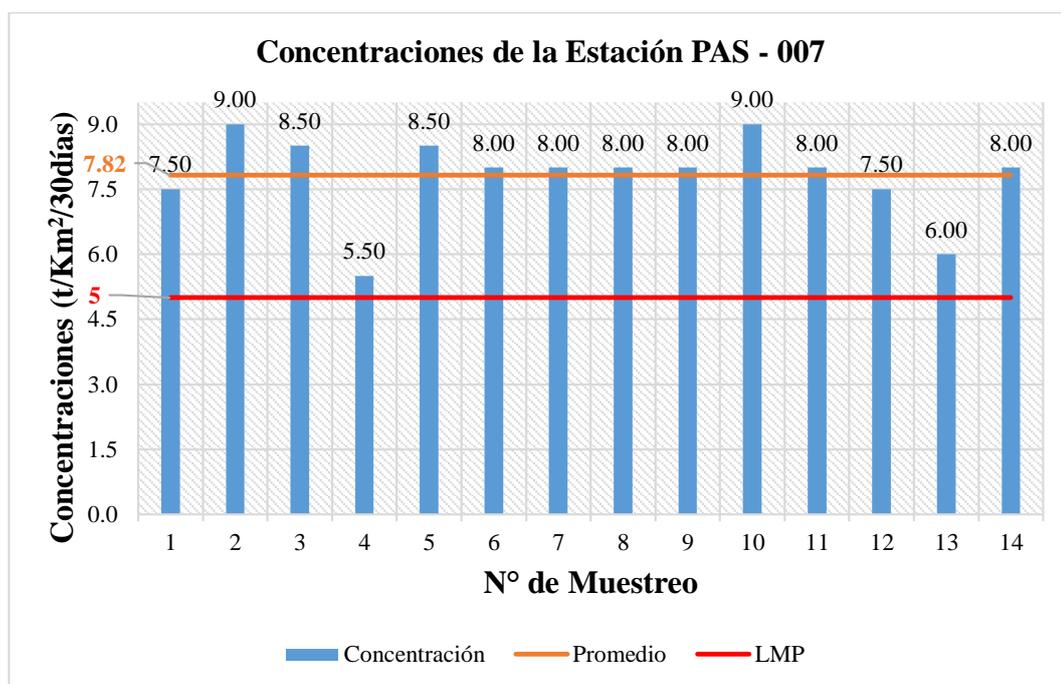


Figura 23. Concentraciones de la Estación PAS-007

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.8. Estación de monitoreo PAS-008.

En la Tabla 32 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-008 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de $7.79 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, como lo representa gráficamente la Figura 24.

Tabla 32.

Concentraciones de la estación PAS-008

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 008	10/10/2019	11.00
2	PAS - 008	16/10/2019	12.00
3	PAS - 008	22/10/2019	11.00
4	PAS - 008	28/10/2019	9.50
5	PAS - 008	03/11/2019	11.50
6	PAS - 008	09/11/2019	11.50
7	PAS - 008	15/11/2019	11.00
8	PAS - 008	21/11/2019	10.50
9	PAS - 008	27/11/2019	11.00
10	PAS - 008	03/12/2019	11.00
11	PAS - 008	09/12/2019	10.50
12	PAS - 008	15/12/2019	10.00
13	PAS - 008	21/12/2019	10.50
14	PAS - 008	27/12/2019	10.00
Promedio			7.79

Fuente: Elaboración propia, 2021.

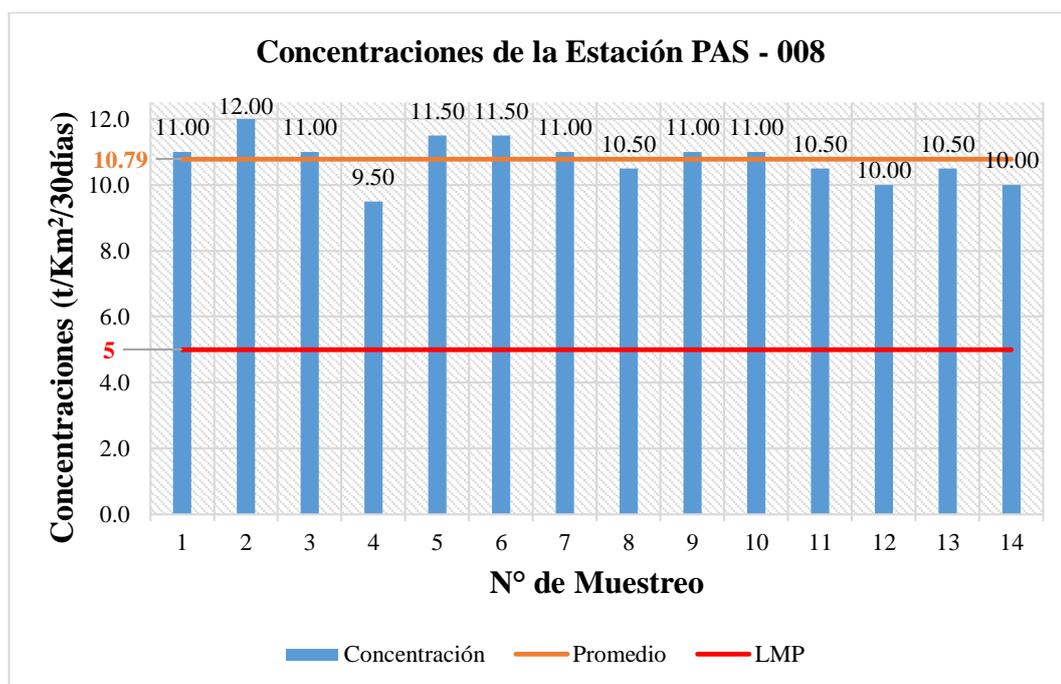


Figura 24. Concentraciones de la Estación PAS-008

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.9. Estación de monitoreo PAS-009.

En la Tabla 33 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-009 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de $13.89 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, como lo representa gráficamente la Figura 25.

Tabla 33.

Concentraciones de la estación PAS-009

N° de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 009	10/10/2019	14.50
2	PAS - 009	16/10/2019	13.50
3	PAS - 009	22/10/2019	14.00
4	PAS - 009	28/10/2019	14.50
5	PAS - 009	03/11/2019	14.00
6	PAS - 009	09/11/2019	14.00
7	PAS - 009	15/11/2019	12.50
8	PAS - 009	21/11/2019	13.50
9	PAS - 009	27/11/2019	14.00
10	PAS - 009	03/12/2019	15.00
11	PAS - 009	09/12/2019	14.50
12	PAS - 009	15/12/2019	13.50
13	PAS - 009	21/12/2019	13.50
14	PAS - 009	27/12/2019	13.50
Promedio			13.89

Fuente: Elaboración propia, 2021.

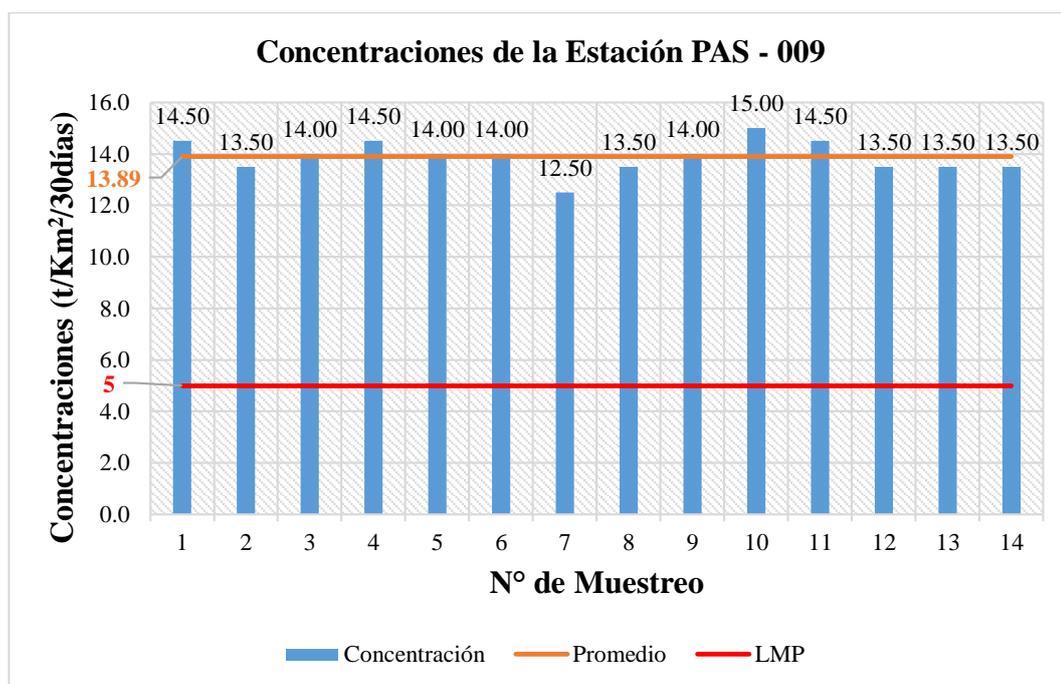


Figura 25. Concentraciones de la Estación PAS-009

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.3.10. Estación de monitoreo PAS-010.

En la Tabla 34 se hallan los datos obtenidos solo en la estación PAS-010 en distintas fechas de muestreo obteniendo un promedio de $10.75 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, como lo representa gráficamente la Figura 26.

Tabla 34.

Concentraciones de la estación PAS-010

Nº de Muestreo	Estación	Fecha	[PAS] (t /Km ² /30días)
1	PAS - 010	10/10/2019	9.50
2	PAS - 010	16/10/2019	12.00
3	PAS - 010	22/10/2019	11.00
4	PAS - 010	28/10/2019	13.50
5	PAS - 010	03/11/2019	9.00
6	PAS - 010	09/11/2019	11.50
7	PAS - 010	15/11/2019	11.00
8	PAS - 010	21/11/2019	10.00
9	PAS - 010	27/11/2019	9.50
10	PAS - 010	03/12/2019	9.50
11	PAS - 010	09/12/2019	11.50
12	PAS - 010	15/12/2019	11.50
13	PAS - 010	21/12/2019	9.50
14	PAS - 010	27/12/2019	11.50
Promedio			10.75

Fuente: Elaboración propia, 2021.

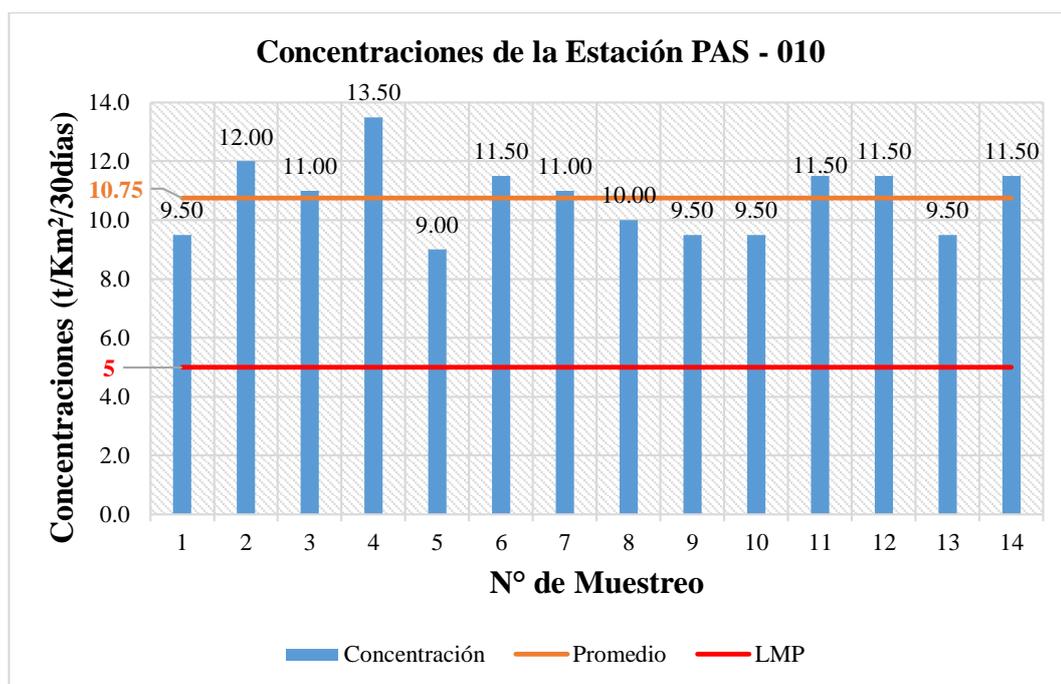


Figura 26. Concentraciones de la Estación PAS-010

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.4. Análisis por día de la semana

En la Tabla 35 se hallan los datos obtenidos en el periodo octubre – diciembre del 2019, la concentración promedio es $10.61 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, Martes es el día que presenta mayor concentración con $11.03 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, Domingo es el día que presenta menor concentración con $10.38 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$; estos y los otros días de la semana son representados gráficamente en la Figura 27.

Tabla 35.

Concentraciones promedio por día de la semana

	N° de Muestreo	Fecha de Muestreo	Concentraciones ($\text{t/Km}^2/30 \text{ días}$)	Promedio ($\text{t/Km}^2/30 \text{ días}$)
Lunes	1	15/11/2019	10.65	10.45
	8	21/11/2019	10.25	
Martes	2	16/10/2019	11.65	11.03
	9	27/11/2019	10.40	
Miércoles	3	22/10/2019	10.60	10.85
	10	3/12/2019	11.10	
Jueves	4	28/10/2019	10.45	10.43
	11	9/12/2019	10.40	
Viernes	5	3/11/2019	10.45	10.40
	12	15/12/2019	10.35	
Sábado	6	9/11/2019	11.50	10.75
	13	21/12/2019	10.00	
Domingo	7	15/11/2019	10.40	10.38
	14	27/12/2019	10.35	
			Promedio Total	10.61

Fuente: Elaboración propia, 2021.

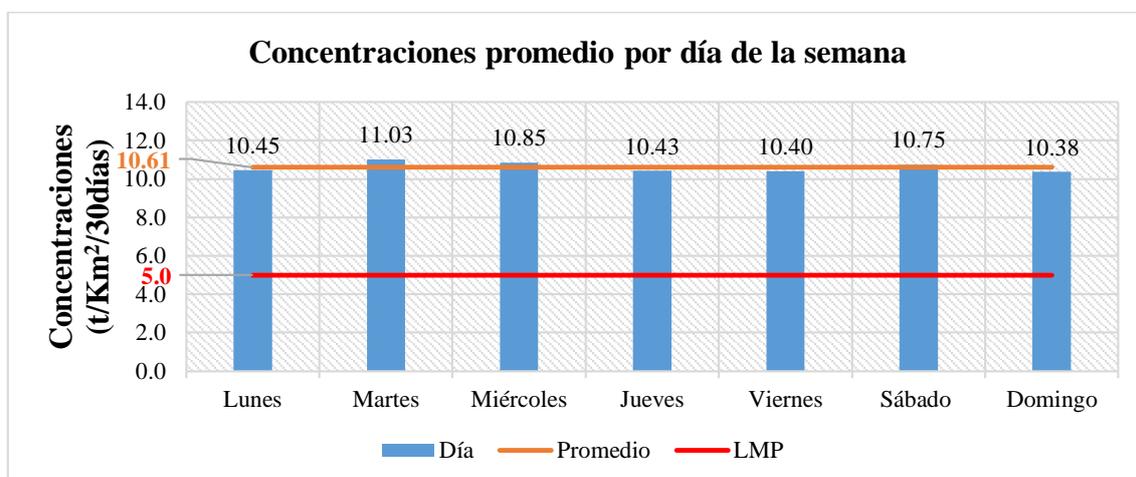


Figura 27. Concentraciones por día de la semana

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.5. Análisis por mes de monitoreo

Se vio conveniente realizar este análisis para visualizar gráficamente la diferencia que existe de las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable pero esta vez dividido por mes de monitoreo, como se aprecia en la Figura 28 que tenemos los resultados obtenidos en el periodo octubre - diciembre del 2019, obteniendo para el mes de octubre un promedio de $10.84 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$ excediendo el LMP en un 116.8 % , para el mes de noviembre un promedio de $10.60 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$ excediendo el LMP en 112% y finalmente en el mes de diciembre un promedio de $10.44 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$ excediendo el LMP en un 108.8%.

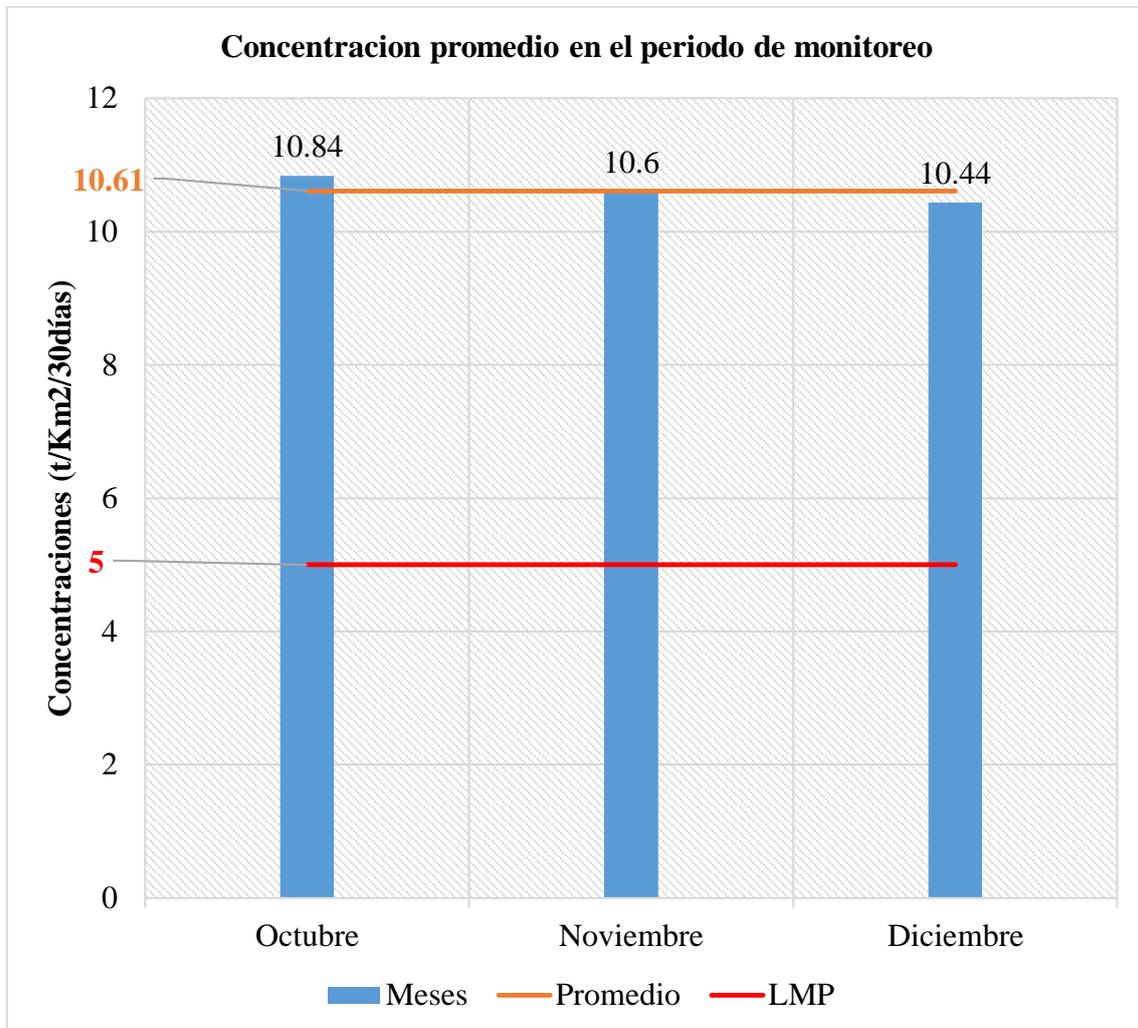


Figura 28. Concentraciones promedio por mes de monitoreo

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.6. Análisis de la correlación entre el PAS y las IRAs

En la Tabla 36 se exponen los datos que se ingresaron en el software IBM SPSS Statistics 22 para programar la correlación de Pearson.

Tabla 36.

Tabla de datos a correlacionar

N° de Muestreo	Fecha	[PAS] Promedio (t /Km ² /30días)	N° IRAs (N° Casos)
1	10/10/2019	10,65	61
2	16/10/2019	11,65	74
3	22/10/2019	10,60	56
4	28/10/2019	10,45	54
5	03/11/2019	10,45	50
6	09/11/2019	11,50	64
7	15/11/2019	10,40	49
8	21/11/2019	10,25	35
9	27/11/2019	10,40	41
10	03/12/2019	11,10	63
11	09/12/2019	10,40	41
12	15/12/2019	10,35	39
13	21/12/2019	10,00	27
14	27/12/2019	10,35	39

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Después de ingresar los datos al software IBM SPSS Statistics 22 se obtuvieron los siguientes datos de la correlación que serán expresados en la Tabla 37.

Tabla 37.

Resultados de la Correlación de Pearson entre las concentraciones de PAS y el número de casos registrados de IRAs

		[PAS] (t /Km ² /30días)	N° IRAs (N° Casos)
[PAS] (t /Km ² /30días)	Correlación de Pearson	1	0.890**
	Sig. (bilateral)		0.00002
	N	14	14
N° IRAs (N° Casos)	Correlación de Pearson	0.890**	1
	Sig. (bilateral)	0.00002	
	N	14	14

** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2 colas).

Fuente: Elaboración propia, adaptada del software IBM SPSS Statistics, 2020.

Si se sabe que:

H_0 : Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan inversamente con el número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.

H_1 : Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan directamente con el número de casos de las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.

Tomando en cuenta si: $p - valor < 0.01 \rightarrow$ Se rechaza la H_0 y se aprueba la H_1 , se debe tomar en cuenta que el índice de correlación debe ser comparada en la Tabla 8.

Tenemos:

$$p - valor = 0.00002$$

$$\text{Índice de Correlación} = 0.89$$

Por lo tanto se puede decir que se aprueba la H_1 , entonces las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan directamente con el número de casos de las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019; y posee una correlación excelente o significativa.

Tabla 38.

Resultados de la Regresión Lineal entre las concentraciones de PAS y el número de casos registrados de IRAs

R	R ²	R ² ajustado	Error estándar de estim.	Estadísticas de cambios				
				Cam. de ² de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cam. en F
0.890	0.793	0.775	6.262	0.793	45.882	1	12	0.00002

a. Predictores: (Constante), Polvo Atmosférico Sedimentable (t /Km²/30días)

Fuente: Elaboración propia, adaptada del software IBM SPSS Statistics, 2020.

En la Tabla 38 se tienen los resultados de la regresión lineal entre ambas variables obteniendo como resultado que $R^2 = 0.793$, indica que las concentraciones de PAS influyen en un 79.3% los casos de IRAs.

En la Figura 29 se representa gráficamente la correlación con pendiente positiva, acorde a lo planteado en la investigación, además se tiene la fórmula de regresión $f(x) = 24.75 x - 213$ que colabora a predecir el número de casos de infecciones respiratorias agudas con los datos obtenidos en campo de la concentración de polvo atmosférico sedimentable.

Donde:

$f(x)$: Número de casos de infecciones respiratorias agudas

x : Concentración de polvo atmosférico sedimentable

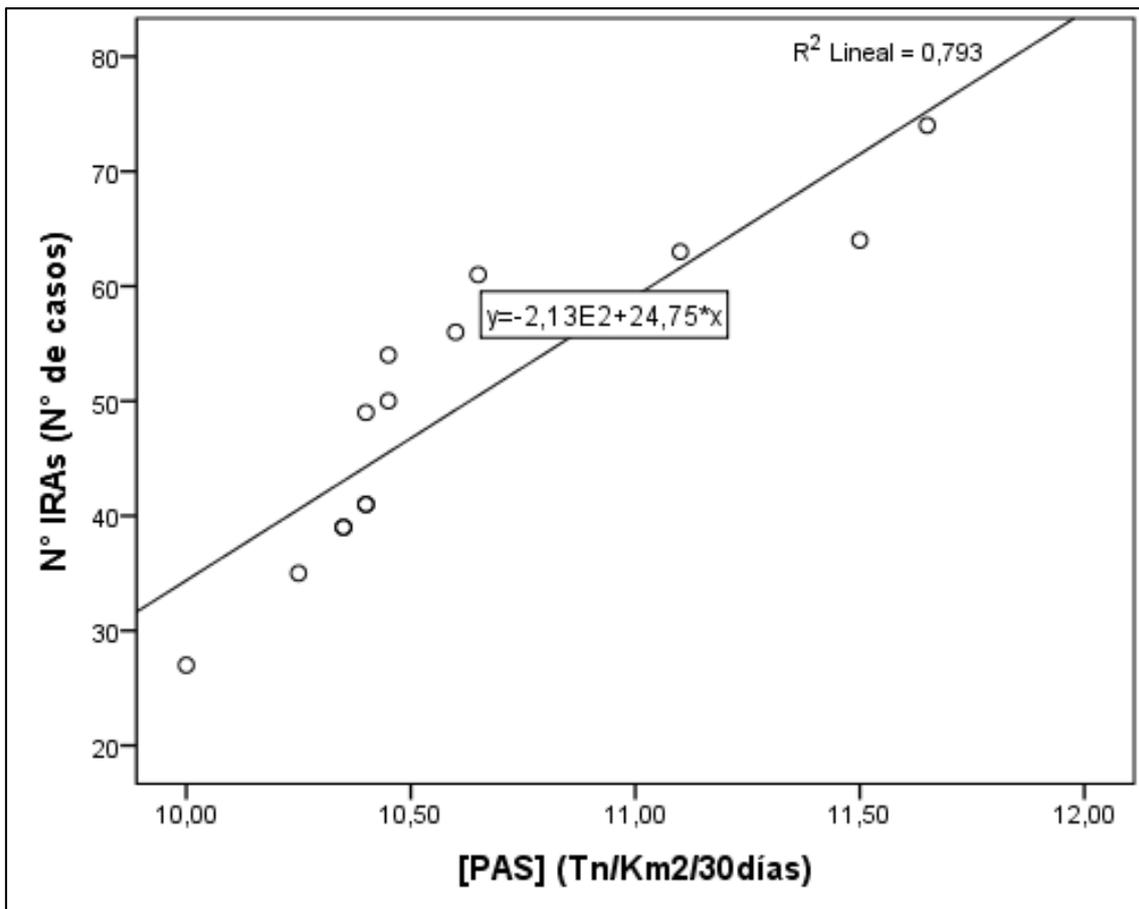


Figura 29. Gráfica de la correlación entre las concentraciones de PAS y el número de casos registrados de IRAs

Fuente: Elaboración propia, adaptada del software IBM SPSS Statistics, 2020.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Al hacer la comparación con los resultados obtenidos por Bravo (2017), en la investigación que busca determinar y caracterizar el material particulado sedimentable en el casco urbano del Cantón Portovelo consideró 12 puntos de monitoreo a diferencia de los 10 que se vio conveniente en esta investigación, además los recipientes fueron de tipo vaso en diferencia con el aplicado en la presente investigación que fueron placas, la toma de muestras fue única y después de un mes que en comparación con la que se llevó a cabo, consideró realizarlo cada 6 días y 14 veces por estación; de esta forma en esa investigación se determinó que solo un punto de muestreo no excede la normativa ecuatoriana de $1 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ que a diferencia de la considerada en Perú se da una tolerancia adicional del 100% , habiendo un promedio de $5.06 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ equivalentes a $50.595 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ que supera ampliamente la normativa ecuatoriana al igual que el obtenido en la presente investigación $10.61 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, en ambos casos se supera el LMP planteado en esta investigación, $5 \text{ t/Km}^2/30 \text{ días}$, LMP propuesto por la OMS y tomada en cuenta por el SENAMHI, la diferencia entre ambos datos es considerable y se debe principalmente al tipo de zona en la que se aplicó la investigación, siendo Hualmay considerada una zona urbana y el casco urbano del Cantón Portovelo una zona rural.

Según la investigación de Cortelo y Cortez, (2015), que busca comparar los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable, el primero emplea depósitos de plástico de 4 litros, mientras que el segundo placas receptoras, a diferencia de la presente investigación considero la ubicación de 5 puntos de muestreo, la recolección de muestras se realizaron cuatro veces y se dio después de 30 días cada una, en comparación con la que se llevó a cabo en esta investigación, se realizó cada 6 días y 14 veces por estación; en la época seca se obtuvo como resultado

con el método de placas receptoras un promedio de $5.1656 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ y en época lluviosa $0.0084 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, esto debido a que las placas prácticamente fueron lavadas por la lluvia, dando como promedio total $2.587 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ a comparación de la presente investigación que se realizó sin contratiempos climáticos, obteniendo $10.61 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ superando ampliamente los resultados de este autor mientras que con el método de Bergerhoff tenemos un promedio de $26.476 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ en época seca y $163.7516 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ en época lluviosa, siendo mayor este último por que la precipitación realiza un proceso de lavado a la atmosfera arrastrando el PAS al suelo.

Stafoggia, et.al (2016) en su investigación buscó estimar los efectos del PM10 originario de desiertos sobre la mortalidad en 13 ciudades de Europa, busca estimar los efectos del incremento de PM10 originario de desiertos y los índices de mortalidad, llegando a la conclusión que se incrementa la tasa de mortalidad cuando existe un aumento de $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$ generando un total de 1,2 % adicional, en el que de forma análoga a la investigación aplicada en el distrito de Hualmay se llegó a la conclusión de que existe una excelente correlación con un índice de 0.89 entre las concentraciones de PAS y el número de casos registrados de IRAs, pudiendo el PAS representar que a largo plazo influye directamente en la morbilidad de los ciudadanos

Calua (2018) en su investigación que busca calcular la concentración de contaminantes sólidos sedimentarios para el periodo mayo-junio 2017 en el entorno de la UPN aplico la misma metodología planteada en esta investigación, salvo que en su investigación se consideraron 13 puntos de muestreo y la recolección se realizaron 2 veces cada 30 días a diferencia de 10 puntos de muestreo cada 6 días en esta investigación; de las cuales 3 de sus estaciones superaron el LMP $5 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ en un 16 % para el mes de mayo y un 11% en el mes de junio, que en comparación, los resultados de esta

investigación indican que en el distrito de Hualmay se supera en un 112.2 % el LMP establecido por la OMS.

Castillo (2017) desarrolló su investigación tomando en cuenta toda la metodología planteada en esta tesis, pero a diferencia utiliza colectores Bergerhoff y considera 4 puntos de muestreo a diferencia de los 10 considerados para la presente investigación, teniendo un promedio total de $4.775 t/Km^2/mes$ desde febrero a abril del 2016 en la ciudad de Tayabamba y no supera $5 t/Km^2/mes$, en discrepancia con los $10.61 t/Km^2/mes$ en el distrito de Hualmay, superando ampliamente los resultados de este autor, además se sabe que las concentraciones de PAS influyen en un 60% el número de casos de que se registran de IRAs a diferencia de los 79.3% obtenidos y aplicados en el distrito de Hualmay, además que existe relación inversamente proporcional entre las concentraciones de PAS y precipitación.

Rodriguez (2017) su trabajo plantea el mismo objetivo que esta investigación, aplicando la misma metodología, considerando 8 puntos de evaluación muestreados cada semana durante 3 meses, por otro lado la investigación realizada en el distrito de Hualmay consideró 10 puntos de muestreo y realizarlo cada 6 días, Rodriguez obtuvo como resultado que en la semana 11 se registra la concentración más alta, superando el Límite Máximo Permisible establecido por la OMS con una concentración de $15.138 t/Km^2/mes$; en paralelo el número de casos registrados de IRAs se incrementó, además se tiene $14.497 t/Km^2/mes$ como promedio total, en comparación con los resultados obtenidos en esta investigación tenemos que todas las estaciones superan el LMP obteniendo un promedio total del monitoreo de $10.61 t/Km^2/mes$; así mediante el software IBM SPSS Statistics 22, este autor llegó a la conclusión que existe una correlación significativa con un índice de 0.941 entre las concentraciones de PAS y el número de casos registrados de las IRAs a diferencia de los 0.89 obtenidos en esta investigación.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

En el distrito de Hualmay se realizó la investigación titulada “Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay, octubre – diciembre del 2019” obteniendo como resultados:

- En promedio las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en los diversos puntos de monitoreo del distrito de Hualmay en el periodo de Octubre a Diciembre del año 2019 presentan $10.61 t/Km^2/mes$ excediendo en un 112.2 % el Límite Máximo Permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud.
- El número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay son muy variables, pero tienden a decrecer a medida que culmina el periodo de monitoreo.
- Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y el número de casos registrados en la entidad competente de casos de infecciones respiratorias agudas poseen un *índice de correlación* = 0.89 indicando que existe una correlación significativa entre ambas variables
- Según el análisis de regresión lineal las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable influyen en un 79.3% en el número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas aplicadas en el distrito de Hualmay.
- La fórmula de regresión $f(x) = 24.75 x - 213$ ayuda a predecir el número de casos de infecciones respiratorias agudas con los datos obtenidos en campo de la concentración de polvo atmosférico sedimentable y que puede tomarse en cuenta para futuras investigaciones.
- Para las estaciones PAS – 002, PAS – 003, PAS – 009, se tiene una concentración promedio entre las tres de $13.62 t/Km^2/mes$, siendo estas las estaciones más afectadas por las excesivas concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y

entre las principales causas se identificaron que se encuentran ubicados a cercanías de zonas agrícolas y zonas arqueológicas, que en consecuencia de las actividades que se realizan ahí se tienen como resultado estos picos en la investigación.

- Para las estaciones PAS – 004, PAS – 005, PAS – 008, PAS – 010, se tiene una concentración promedio entre las cuatro de $10.62 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, esto principalmente a que las estaciones PAS – 004 y PAS – 005 se encuentran en lugares aledaños a zonas agrícolas y arqueológicas, mientras que las estaciones PAS – 008 y PAS – 010 se vieron afectadas por obras urbanas que se venían ejecutando cerca de ellas.
- Para las estaciones PAS – 001, PAS – 006, PAS – 007, se tiene una concentración promedio entre las tres de $7.60 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, excediendo en un 52% el Límite Máximo Permissible establecido por la Organización Mundial de la Salud, las principales causas se deben a obras urbanas.
- Con respecto a los meses, se obtuvo que a medida que el año culminaba, las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable se fueron reduciendo, teniendo para el mes de octubre un promedio de $10.84 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, para el mes de noviembre un promedio de $10.60 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ y finalmente en el mes de diciembre un promedio de $10.44 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$, siendo diciembre el mes con menores concentraciones a causa de la cese de algunas actividades (obras, clases) que se realizan a lo largo de año.
- El día de la semana con mayor concentración es el Martes, con un $11.03 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ excediendo en un 120.6 % el LMP establecido por la Organización Mundial de la Salud, no obstante el día Domingo se obtuvo $10.38 \text{ t/Km}^2/\text{mes}$ excediendo en un 107.6 % siendo el que posee menor concentración de todos, esto debido al cese de actividades en este día de la semana.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- Realizar el monitoreo de Polvo Atmosférico Sedimentable a lo largo del año en las diversas estaciones incluyendo los parámetros meteorológicos para que de esta forma poder contar con una data confiable que permita predecir su variación en el tiempo, y como este influye en el número de casos registrados de Infecciones Respiratorias Agudas.
- Diseñar un mapa de dispersión del polvo atmosférico sedimentable de acuerdo con el mapa de zonificación del distrito a fin de identificar los lugares más afectados y las acciones más eficientes que se llevarán a cabo para mitigarlos y obtener un promedio mensual por debajo del Límite Máximo Permisible que ha establecido la Organización Mundial de la Salud.
- Proponer a la municipalidad mantener un control estricto de la cantidad de obras urbanas que se realizan en el distrito a fin de minimizar las fuentes emisoras de material particulado.
- Coordinar con las entidades competentes en la realización de campañas de sensibilización a los ciudadanos sobre la contaminación ambiental y como afecta a la salud humana.
- Establecer un proyecto participativo para que en forma conjunta con la municipalidad poder sensibilizar y capacitar a los ciudadanos para así en un futuro poder prevenir y mitigar de forma eficiente las diversas actividades generadoras o emisoras de contaminantes.
- Poner énfasis en las investigaciones científicas que acaparen el estudio de la relación causa efecto entre las variables contaminación ambiental y la salud humana.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS

8.1. Lista de referencias bibliográficas

Abbey, C. (1995). Contaminantes Atmosféricos. *Health Environmental*, 3(5), 47-51.

AirVisual, I., y Greenpeace. (2018). Informe de la Calidad del Aire Mundial de Ciudades Capitales con el Peor Aire. *IQAir AirVisual*, 1(5), 05.

Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 2(1), 4-5.

Bravo, L. (2017). *Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del Cantón Portovelo* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Calua, C. (2018). *Concentración de contaminantes sólidos sedimentables para el periodo Mayo - Junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Castillo, G. (2017). *Partículas sedimentables del aire y su influencia en las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Chipoco, J., y Valencia, F. (2015). *Determinación de la capacidad de absorción de material particulado en el aire en una especie arbórea Schinus terebinthifolius y una rastrea Aptenia cordifolia en el condominio La Quebrada - Cineguilla* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Cortelo, A., y Cortez, D. (2012). *Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de Polvo Atmosférico Sedimentable* (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

Environmental Protection Agency. (1980). Air Pollution Control in the US. *Environment in Development*. 1(2), 11-13.

- Franco, R. (2011). *Estadística General*. Buenos Aires, Argentina: Colpex.
- Herrera, H., Echeverri, I., Ordoñez, L. y Maya, U. (2011). *Estudio de patologías respiratorias en infantes pre-escolares y su dependencia con la unión de los contaminantes en el aire* (Tesis de pregrado). Universidad de Colombia, Medellín, Colombia.
- Oyarzún, G. (2010). Air pollution an its effects on health. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 14(11), 2-3.
- Rodriguez, J. (2017). *Polvo atmosférico sedimentable y su incidencia en las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Los Olivos, 2017* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Stafoggia, Y. (2016). Desert Dust Outbreaks in Southern Europe: Contribution to Daily PM10 Concentrations and Short-Term Associations with Mortality and Hospital Admissions. *Environmental Health Perspectives*, 9(7), 413-419.
- Tabachnick, B. (2013). *Using Multivariate Statistics*. California, United States of America: Angel City Press.

8.2. Lista de referencias electrónicas

- British Broadcasting Corporation News. (2012). *Inglaterra y la primera revolución industrial*. Recuperado de bbc.com/mundo/noticias/2012/07/120626_inglaterra_revolucion_industrial_contaminacion_lp
- Dirección Regional de Salud. (2019). *Boletín Epidemiológico N°40-2019 del Hospital Regional de Huacho*. Recuperado de http://www.hdhuacho.gob.pe/WEB/descargas_epi/boletin/2019/BOL_SEM_40.pdf

Hospital Regional de Huacho. (2020). *Boletín Epidemiológico*. Recuperado de http://www.hdhuacho.gob.pe/WEB/descargas_epi/boletin/2019/

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). *Informe de estado de la calidad del aire en Colombia*. Recuperado de http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72621342/Presentaci%C3%B3n_Informe_Estado_Calidad_Aire+2017.pdf/8a58e842-bc3b-4c91-80ae-71a7188516fa

Ministerio del Ambiente del Perú. (2016). *Índice de Calidad del Aire y el Sistema de Información de Calidad del Aire*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente del Perú. (2017). *Prepublicación del proyecto de Decreto Supremo para actualizar la elaboración de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) relacionados al aire, agua o suelo*. Recuperado de http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/disponen_1_a_prepublicacion_en_el_portal_inst_del_ministerio_del_proyecto_de_decreto_supremo_eca_y_lmp.pdf

Ministerio del Ambiente del Perú. (2019). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/434320/PROTOCOLO_MONITOREO_AIRE_compressed.pdf

Ministerio de Salud del Perú. (2018). *Situación de Salud de IRAs, Neumonías Perú*. Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/02.pdf>

Ministerio de Salud del Perú. (2019). *Población Estimada Departamento Provincia Distrito*. Recuperado de https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.asp

- Ministerio de Salud del Perú. (2019). *Población Proyectada al 2020*. Recuperado de <ftp://ftp.minsa.gob.pe/oei/Poblacion/Poblacion%20Proyectada%20INEI%2020>
- Ministerio de Salud de Colombia. (2015). *Infecciones respiratorias agudas*. Recuperado de [https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-\(IRA\).aspx](https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-(IRA).aspx)
- Plataforma digital única del Estado Peruano. (2020). *Informa estadístico de servicio de transporte terrestre y del parque automotor*. Recuperado de gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor
- PopulationCity. (2015). *Población en el distrito de Hualmay*. Recuperado de poblacion.population.city
- Real Academia de Lengua Española. (2019). *Vocabulario*. Recuperado de <https://dle.rae.es/>
- SENAMHI. (2008). *Evaluación de la Contaminación Atmosférica*. Recuperado de senmhi.gob.pe
- Televisa. (2017). *La Oroya, la quinta ciudad más contaminada del mundo*. Recuperado de cooperacion.org.pe/la-oroya-la-quinta-ciudad-mas-contaminada-del-mundo

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay, octubre – diciembre del 2019.

Título: Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito Hualmay, octubre–diciembre, 2019.						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis de Investigación	Independientes			
PG. ¿Existirá relación entre el polvo atmosférico sedimentable y las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en el periodo octubre – diciembre del 2019?	OG. Monitorear el polvo atmosférico sedimentable y determinar su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.	Hi. Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan directamente con el número de casos de las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.	Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable [PAS]. Dimensiones: Componentes Físicos	-Masa del PAS. -Área. -Tiempo.	Tipo de investigación: Aplicada. Nivel de investigación: Correlacional. Diseño de la investigación: No experimental.	de
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Nula	Dependientes			
PE1. ¿Cuáles son las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de 10 puntos de monitoreo por el método pasivo de placas receptoras ubicadas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019 con respecto al parámetro que establece la OMS?	OE1. Calcular las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable de 10 puntos de monitoreo por el método pasivo de placas receptoras ubicadas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019 y compararlo con el parámetro que establece la OMS.	Ho. Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable se relacionan inversamente con el número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.	Número de casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs). Dimensiones: Número de casos Sintomatológica	-Nº IRAs -Tiempo. -Irritabilidad. -Ronquera. -Nariz tapada. -Otalgia. -Difonía.	Enfoque: Cuantitativo. Población: Habitantes de Hualmay. Muestra: 140 muestras de 10 estaciones de monitoreo. Técnicas: Se empleará el método pasivo de placas receptoras. Instrumentos -Placas de vidrio -Balanza analítica. -Adherente. -GPS. -Soporte de placas.	de
PE2. ¿Es posible conocer número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019?	OE2. Conocer el número de casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay del periodo octubre – diciembre del 2019.					
PE3. ¿Cuál es el grado de relación, entre la concentración de polvo atmosférico sedimentable y los casos de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en el periodo octubre – diciembre del 2019?	OE3. Determinar mediante monitoreo del polvo atmosférico sedimentable, la relación existente con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en el periodo octubre – diciembre del 2019.					

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 2. Equipos y materiales

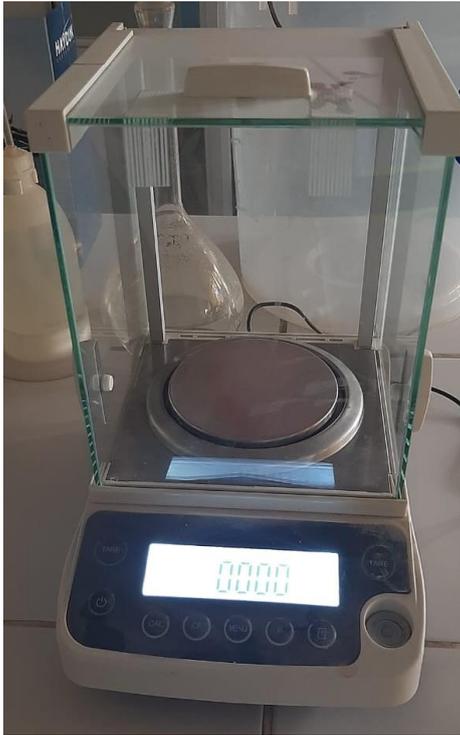


Figura 30. Balanza analítica

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 32. Pizarra acrílica

Fuente: Elaboración propia, 2021.

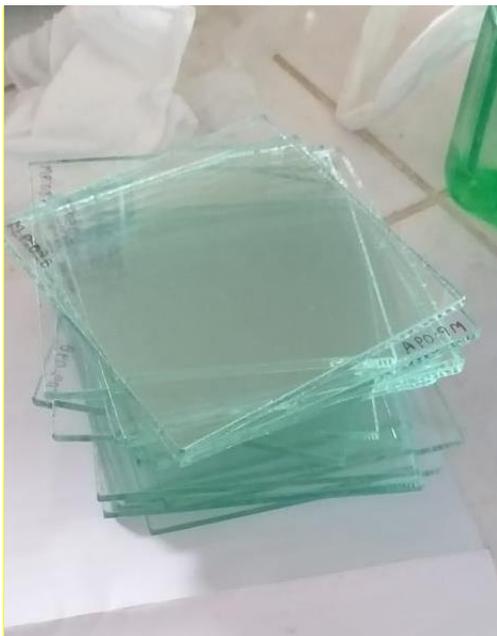


Figura 31. Placas receptoras

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 33. Dispositivo GPS

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 34. Soporte de las placas receptoras

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 35. Solución adherente

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 36. Equipo de protección personal

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 3. Instalación de los puntos de monitoreo



Figura 37. Instalación de la estación PAS - 001

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 38. Instalación de la estación PAS - 002

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 39. Instalación de la estación PAS - 003

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 40. Instalación de la estación PAS – 004

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 41. Instalación de la estación PAS - 005

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 42. Instalación de la estación PAS - 006

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 43. Instalación de la estación PAS - 007

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 44. Instalación de la estación PAS - 008

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 45. Instalación de la estación PAS - 009

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 46. Instalación de la estación PAS - 010

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 4. Fichas técnicas de los puntos de control de monitoreo



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
 FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	María Guadalupe Silva Santillán
Dirección	:	Jr. 24 de octubre 254
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-001
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros.
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8771,814.217
	Este	: 215,200.150
	Zona	: 18L
	Altitud	: 55 m.s.n.m



Figura 47. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 001

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	<input type="text" value="Olga Luz Ramírez De Velásquez"/>
Dirección	:	<input type="text" value="Av. Hualmay 730"/>
Código del Punto de Monitoreo	:	<input type="text" value="PAS-002"/>
Clase de Punto	:	<input type="text" value="Receptor"/>
Tipo de Muestra	:	<input type="text" value="Sólida"/>
Método Empleado	:	<input type="text" value="Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría"/>
Descripción del punto	:	<input type="text" value="Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros"/>
Ubicación	Departamento	: <input type="text" value="Lima"/>
	Provincia	: <input type="text" value="Huaura"/>
	Distrito	: <input type="text" value="Hualmay"/>
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: <input type="text" value="8'772,032.937"/>
	Este	: <input type="text" value="215,059.098"/>
	Zona	: <input type="text" value="18L"/>
	Altitud	: <input type="text" value="43 m.s.n.m"/>



Figura 48. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 002

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	Francisco Morales Díaz
Dirección	:	Jr. Florian Díaz 491
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-003
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8'772,042.517
	Este	: 214,536.561
	Zona	: 18L
	Altitud	: 23 m.s.n.m



Figura 49. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 003

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	Rodolfo Ubaldo Torres Espinoza
Dirección	:	Psj San Martín 181
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-004
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
	Coordenadas UTM WGS84	
	Norte	: 8'771,681.957
	Este	: 214,495.268
	Zona	: 18L
	Altitud	: 28 m.s.n.m



Figura 50. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 004

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	Luis Valdez Gonzales
Dirección	:	Psj. Bellavista Sn int. 3
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-005
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8771,363.140
	Este	: 214,550.007
	Zona	: 18L
	Altitud	: 35 m.s.n.m



Figura 51. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 005

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	Edgar Alfonso Aparca Cotrina
Dirección	:	Jr. Francisco Rosas 530
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-006
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8'771,487.717
	Este	: 215,205.175
	Zona	: 18L
	Altitud	: 50 m.s.n.m



Figura 52. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 006

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	José Wilfredo Landa Delgado
Dirección	:	Jr. José Faustino Sánchez Carrión 120
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-007
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8'771,507.896
	Este	: 216,058.372
	Zona	: 18L
	Altitud	: 59m.s.n.m



Figura 53. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 007

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	José Luis Ventocilla Pascual
Dirección	:	Av. Domingo Mandamiento 790
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-008
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8'772,041.438
	Este	: 216,242.948
	Zona	: 18L
	Altitud	: 65 m.s.n.m



Figura 54. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 008

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	<input type="text" value="Juana María Pazos Rodríguez"/>
Dirección	:	<input type="text" value="Calle Juan José Crespo 728"/>
Código del Punto de Monitoreo	:	<input type="text" value="PAS-009"/>
Clase de Punto	:	<input type="text" value="Receptor"/>
Tipo de Muestra	:	<input type="text" value="Sólida"/>
Método Empleado	:	<input type="text" value="Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría"/>
Descripción del punto	:	<input type="text" value="Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros"/>
Ubicación	Departamento	: <input type="text" value="Lima"/>
	Provincia	: <input type="text" value="Huaura"/>
	Distrito	: <input type="text" value="Hualmay"/>
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: <input type="text" value="8772,293.413"/>
	Este	: <input type="text" value="215,589.862"/>
	Zona	: <input type="text" value="18L"/>
	Altitud	: <input type="text" value="57 m.s.n.m"/>



Figura 55. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 009

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Título de la investigación: Evaluación de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con el incremento de las infecciones respiratorias agudas en el Distrito de Hualmay, 2019.

FICHA TÉCNICA DEL PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Titular de la vivienda	:	Flores Ortega Paulino
Dirección	:	Calle Juan José Crespo 308
Código del Punto de Monitoreo	:	PAS-010
Clase de Punto	:	Receptor
Tipo de Muestra	:	Sólida
Método Empleado	:	Muestreo Pasivo – Placas Receptoras Gravimetría
Descripción del punto	:	Punto que no presentará interrupción antrópica de terceros
Ubicación	Departamento	: Lima
	Provincia	: Huaura
	Distrito	: Hualmay
Coordenadas UTM WGS84	Norte	: 8'771,829.303
	Este	: 215,637.797
	Zona	: 18L
	Altitud	: 60 m.s.n.m



Figura 56. Ficha técnica del punto de control de monitoreo PAS - 010

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 5. Recolección de datos y trabajo de gabinete

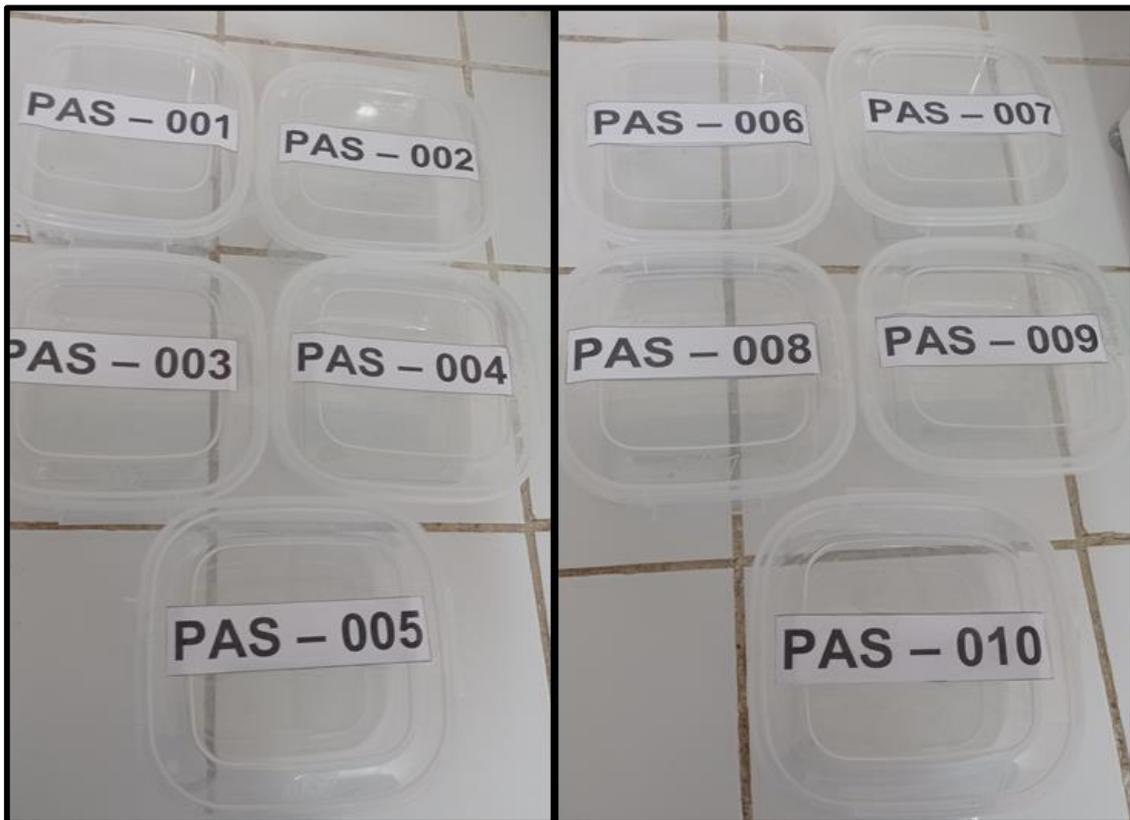


Figura 57. Contenedores de las placas receptoras para transporte a laboratorio

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 58. Pesaje de las placas receptoras

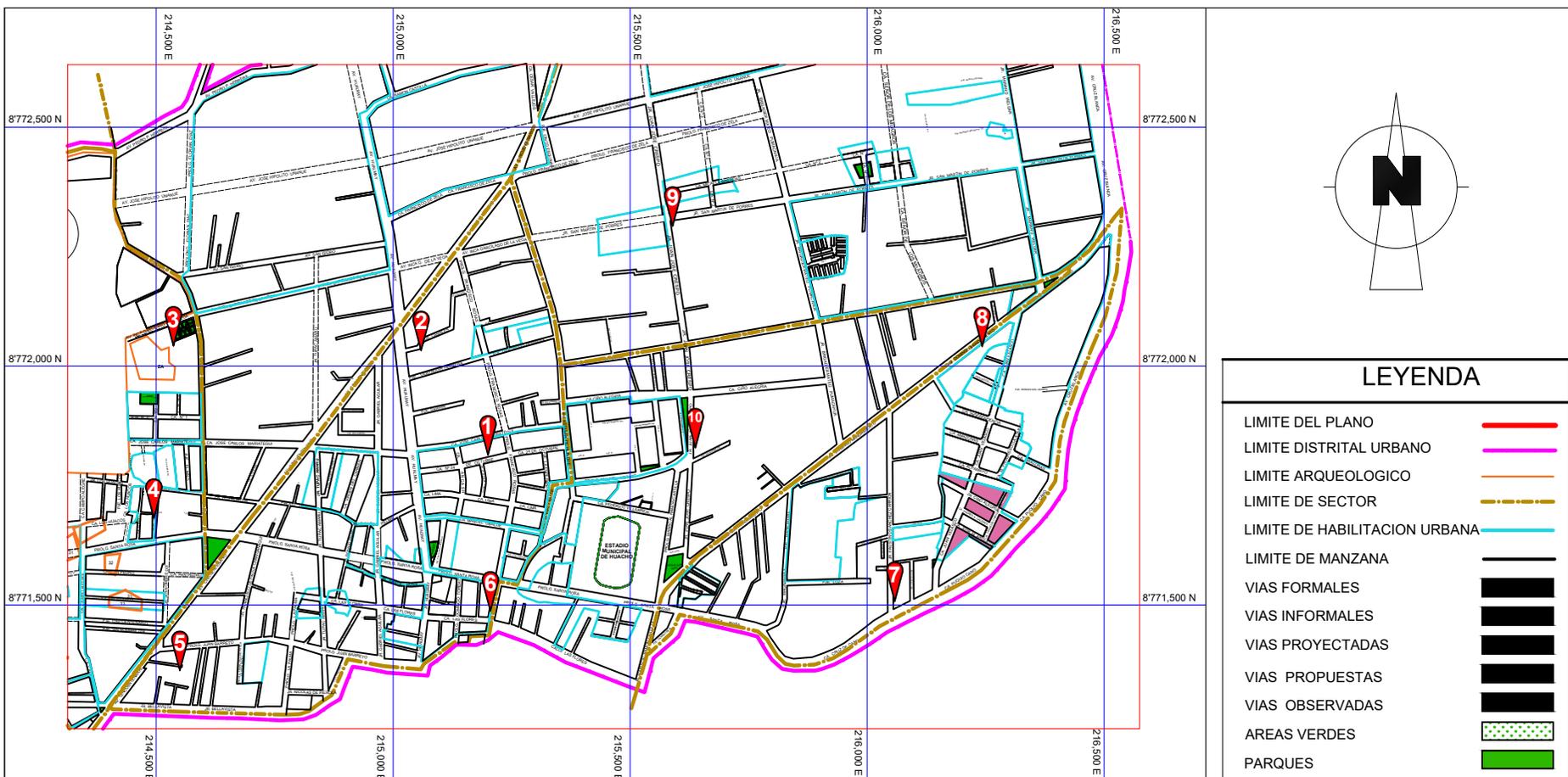
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 6. Concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en el periodo de monitoreo

N° de Muestreo	Fecha	Concentración de PAS (t/Km ² /30días)										Promedio
		Código de estación										
		PAS-001	PAS-002	PAS-003	PAS-004	PAS-005	PAS-006	PAS-007	PAS-008	PAS-009	PAS-010	
1	10/10/2019	8.00	14.00	13.50	10.50	10.00	8.00	7.50	11.00	14.50	9.50	10.65
2	16/10/2019	7.50	14.50	15.00	12.50	12.00	8.50	9.00	12.00	13.50	12.00	11.65
3	22/10/2019	6.00	14.00	12.50	11.00	9.00	9.00	8.50	11.00	14.00	11.00	10.60
4	28/10/2019	8.00	12.50	14.00	9.50	10.00	7.50	5.50	9.50	14.50	13.50	10.45
5	03/11/2019	7.50	12.50	13.00	11.00	9.50	8.00	8.50	11.50	14.00	9.00	10.45
6	09/11/2019	7.50	15.00	14.50	12.00	12.50	8.50	8.00	11.50	14.00	11.50	11.50
7	15/11/2019	6.50	13.00	14.00	10.00	10.50	7.50	8.00	11.00	12.50	11.00	10.40
8	21/11/2019	5.50	15.50	14.50	8.50	9.00	7.50	8.00	10.50	13.50	10.00	10.25
9	27/11/2019	8.00	13.00	12.50	11.00	9.50	7.50	8.00	11.00	14.00	9.50	10.40
10	03/12/2019	8.00	14.00	13.50	11.00	11.50	8.50	9.00	11.00	15.00	9.50	11.10
11	09/12/2019	7.50	13.50	12.50	10.00	9.50	6.50	8.00	10.50	14.50	11.50	10.40
12	15/12/2019	7.00	13.00	12.50	11.00	9.50	8.00	7.50	10.00	13.50	11.50	10.35
13	21/12/2019	8.00	12.50	13.00	9.50	10.50	7.00	6.00	10.50	13.50	9.50	10.00
14	27/12/2019	5.50	13.00	12.50	11.00	11.50	7.00	8.00	10.00	13.50	11.50	10.35
	Promedio	7.18	13.57	13.39	10.61	10.32	7.79	7.82	10.79	13.89	10.75	10.61

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 7. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo



PUNTOS DE MONITOREO			
N°	COD. ESTACIÓN	ESTE	NORTE
01	PAS-001	215,200.150	8'771,814.217
02	PAS-002	215,059.098	8'772,032.937
03	PAS-003	214,536.561	8'772,042.517
04	PAS-004	214,495.268	8'771,681.957
05	PAS-005	214,550.007	8'771,363.140
06	PAS-006	215,205.175	8'771,487.717
07	PAS-007	216,058.372	8'771,507.896
08	PAS-008	216,242.948	8'772,041.438
09	PAS-009	215,589.862	8'772,293.413
10	PAS-010	215,637.797	8'771,829.303



**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Tesis: Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay, octubre - diciembre del 2019.

ELABORADO POR:
VINIE LEE SILVA ALVARADO

ASESOR:
M(o). FREDY ROMAN PAREDES AGUIRRE

ESCALA:
REFERENCIAL

MÉTODO:
MUESTREO PASIVO - GRAVIMETRÍA

FECHA:
OCTUBRE 2019

FUENTE: SUB GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA, PLANEAMIENTO URBANO Y RURAL DEL DISTRITO DE HUALMAY

Fuente: Elaboración propia, 2021.