UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

“Evaluación de la concentración del polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca - Huánuco, 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: Camones Baldeon, Brian

ASESOR: Morales Aquino, Milton

HUÁNUCO – PERÚ

2024

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:
Área: Ingeniería, Tecnología
Sub área: Ingeniería ambiental
Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental
Código del Programa: P09
Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

DATOS DEL AUTOR:
Documento Nacional de Identidad (DNI): 71820414

DATOS DEL ASESOR:
Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697
Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible
Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Bonifacio Munguia, Jonathan Oscar	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46378040	0000-0002-3013-8532
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo microbiologia	21257549	0000-0001-5596-0445

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día 10 del mes de julio del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1517-2024-D-FI-UDH,** para evaluar la Tesis intitulada: **"EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA-HUÁNUCO, 2022",** presentado por el (la) Bach. **CAMONES BALDEON, BRIAN,** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 18:40 horas del día 10 del mes de Julio del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía
DNI: 46378040
ORCID: 0000-0002-3013-8532
Secretario

Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva
DNI: 21257549
ORCID: 0000-0001-5596-0445
Vocal

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: CAMONES BALDEON, BRIAN, de la investigación titulada "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022", con asesor MORALES AQUINO, MILTON, designado mediante documento: RESOLUCIÓN Nº 913-2022-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 31 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA
HUÁNUCO - PERÚ

RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE TURNITIN
HUÁNUCO - PERÚ

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

TURNITIN BRIAN CAMONES BALDEON.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%	21%	7%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA
HUÁNUCO - PERÚ

RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE TURNITIN
HUÁNUCO - PERÚ

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico el resultado de esta investigación a toda mi familia.

Principalmente, por su confianza puesta en mí para culminar esta meta, por motivarme a seguir hacia adelante, y por su duro trabajo durante mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a la divinidad que ha sido mi guía a lo largo de este recorrido exitoso en mi trayectoria profesional y por proporcionarme una existencia repleta de experiencias enriquecedoras.

Expreso mi profunda gratitud hacia mi núcleo familiar, quienes siempre me han respaldado de manera incondicional para lograr alcanzar todos mis objetivos tanto en el ámbito profesional como personal. Su afecto y apoyo constante han sido el impulso que me ha motivado a perseverar en la búsqueda de mis metas, sin rendirme frente a los desafíos adversos.

Deseo expresar mi agradecimiento sincero a mi asesor de investigación, cuya dedicación y paciencia han sido fundamentales en este proceso. Sin sus valiosas palabras y precisas correcciones, no habría logrado alcanzar esta tan anhelada etapa. Agradezco enormemente su orientación y todos los consejos brindados.

No puedo dejar de mencionar mi agradecimiento a la Universidad de Huánuco y al Programa Académico de Ingeniería Ambiental. Ha sido gracias a su capacidad para transmitirme los conocimientos necesarios que hoy me encuentro aquí, encaminado hacia mi futura profesión.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTO III
ÍNDICE IV
ÍNDICE DE TABLAS VIII
ÍNDICE DE FIGURAS IX
RESUMEN X
ABSTRACT XI
INTRODUCCIÓN XII
CAPITULO I 16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18
1.2.1 PROBLEMA GENERAL 18
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS 18
1.3 OBJETIVOS 19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL 19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 19
1.4.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL 19
1.4.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA 20
1.4.3 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL 20
1.4.4 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA 21
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 21
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN 22
1.6.1 ECONÓMICA 22
1.6.2 OPERATIVA 23
1.6.3 TÉCNICA 23

CAPITULO II 25
MARCO TEÓRICO 25
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 25
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES 25
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES 27
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES 28
2.2 BASES TEÓRICAS 30
2.2.1 ATMÓSFERA 30
2.2.2 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 31
2.2.3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 31
2.2.4 POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS) 32
2.2.5 MATERIAL PARTICULADO 32
2.2.6 BACTERIAS 33
2.2.7 HONGOS AMBIENTALES 34
2.2.8 FUENTES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 35
2.2.9 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE 37
2.2.10 ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE 38
2.2.11 MÉTODO PASIVO 39
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES 40
2.3.1 CONTAMINACIÓN 40
2.3.2 MUESTREO 40
2.3.3 MUESTREO PASIVO 41
2.3.4 ZONAS NO PAVIMENTADAS 41
2.3.5 OMS 42
2.3.6 SENAMHI 42
2.3.7 MONITOREO 43

2.3.8 ESTACIÓN DE MUESTREO....44
2.3.9 ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE DATOS....44
2.3.10 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES....44
2.4 HIPÓTESIS....45
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL....45
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS....45
2.5 VARIABLES....45
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE....45
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE....45
2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE....46
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES....47
CAPITULO III....48
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN....48
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN....48
3.1.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN....48
3.1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN....48
3.1.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN....49
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA....49
3.2.1 POBLACIÓN....49
3.2.2 MUESTRA....50
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .51
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS....51
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS....53
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS...54
3.3.4 TÉCNICA DE COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS....54
CAPITULO IV....55

RESULTADOS.....55
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....55
4.1.1 RESULTADOS GENERALES.....55
4.1.2 CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS).....56
4.1.3 COMPARACIÓN DE LOS DATOS DE CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE CON EL ESTÁNDAR DE CALIDAD.....60
4.1.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE BACTERIAS.....61
4.1.5 ANÁLISIS DE DATOS DE HONGOS.....63
4.1.6 ANÁLISIS DE PARÁSITOS.....65
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...66
4.2.1 HIPÓTESIS GENERAL.....66
4.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....67
CAPITULO V.....70
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....70
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....70
CONCLUSIONES.....74
RECOMENDACIONES.....76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....78
ANEXOS.....85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nacionales para el Polvo Atmosférico Sedimentable……..……38
Tabla 2 Operacionalización de Variables.....47
Tabla 3 Concentración de PAS – Mes de Octubre 57
Tabla 4 Concentración de PAS – Mes de Noviembre.....58
Tabla 5 Concentración de PAS en Vías Pavimentadas y No Pavimentadas (t/km²/30 días).....60
Tabla 6 Resultados de Datos Microbiológicos con el Medio de Cultivo AGAR NUTRITIVO.....62
Tabla 7 Resultado de Datos Microbiológicos con el Medio de Cultivo de AGAR SABORAUD.....64
Tabla 8 Resultado de Datos Microbiológicos con Presencia de Huevos 66
Tabla 9 Análisis estadístico del PAS.....67
Tabla 10 Análisis estadístico de Hongos 68
Tabla 11 Análisis estadístico de Bacterias.....69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del diseño de investigación.....49
Figura 2 Estación de Monitoreo del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) 52
Figura 3 Datos de concentración de PAS en el Mes de Octubre 57
Figura 4 Datos de Concentración de PAS en el Mes de Noviembre.....59
Figura 5 Comparación de la concentración del PAS con el Estándar de Calidad Ambiental.....61
Figura 6 Resultados Microbiológicos – Medio de cultivo AGAR NUTRITIVO.....63
Figura 7 Resultado de Especies Aisladas – AGAR SABORAUD.....65

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable (PAS) en vías pavimentadas y sin pavimentar en Pillco Marca, Huánuco, y analizar su asociación con el tipo de vía. Se instalaron estaciones de monitoreo en la Carretera Central (vía pavimentada) y en la Avenida Juan Velasco Alvarado (vía sin pavimentar). Los resultados mostraron concentraciones de PAS de 30.25 tn/km²/30 días en octubre y 29.5 tn/km²/30 días en noviembre para las vías pavimentadas, y de 69.5 tn/km²/30 días y 76 tn/km²/30 días en octubre y noviembre, respectivamente, para las vías sin pavimentar.

Se utilizaron pruebas t-Student para evaluar las hipótesis de investigación. Los resultados demostraron que no hay diferencias significativas en la concentración de PAS entre vías pavimentadas y sin pavimentar ($p > 0.05$). Además, no se encontró una asociación significativa entre la presencia de hongos (Aspergillus spp, Fusarium spp, Penicillium spp, Rhizopus spp) y el tipo de vía, ya que se observó una cantidad similar en ambos casos. De manera similar, la presencia de bacterias (Geotrichum spp, Pseudomona spp, Escherichia coli) tampoco está relacionada con el tipo de vía, mostrando una cantidad similar en ambas situaciones.

Palabras clave: polvo atmosférico sedimentable, vías pavimentadas, vías sin pavimentar, hongos, bacterias.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the concentration of settleable atmospheric dust (PAS) on paved and unpaved roads in Pillco Marca, Huánuco, and to analyze its association with the type of road. Monitoring stations were installed on the Carretera Central (paved road) and Avenida Juan Velasco Alvarado (unpaved road). The results showed PAS concentrations of 30.25 tn/km²/30 days in October and 29.5 tn/km²/30 days in November for paved roads, and 69.5 tn/km²/30 days and 76 tn/km²/30 days in October and November, respectively, for unpaved roads.

T-Student tests were used to evaluate the research hypotheses. The results showed no significant differences in PAS concentrations between paved and unpaved roads ($p > 0.05$). Additionally, no significant association was found between the presence of fungi (Aspergillus spp, Fusarium spp, Penicillium spp, Rhizopus spp) and the type of road, as similar amounts were observed in both cases. Similarly, the presence of bacteria (Geotrichum spp, Pseudomona spp, Escherichia coli) was not related to the type of road, showing similar quantities in both situations.

Keywords: settleable atmospheric dust, paved roads, unpaved roads, fungi, bacteria.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la contaminación atmosférica está adquiriendo una relevancia cada vez mayor a nivel mundial, debido a la presencia de elementos perjudiciales, microorganismos patógenos y hongos, que son el resultado de las actividades cotidianas llevadas a cabo por los seres humanos. La alteración de la calidad del aire, tanto en espacios abiertos como en ambientes cerrados, se debe a la introducción de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran la composición natural de la atmósfera (OMS, 2019). Este fenómeno no solo tiene un impacto directo en la salud humana, sino que también afecta a los ecosistemas y contribuye al cambio climático. Los contaminantes atmosféricos pueden provenir de diversas fuentes, tanto naturales como antropogénicas, y su concentración y composición pueden variar considerablemente dependiendo de factores como la ubicación geográfica, las condiciones meteorológicas y las actividades humanas locales. En este contexto, es crucial llevar a cabo investigaciones que permitan entender mejor la naturaleza y las implicaciones de la contaminación atmosférica, así como desarrollar estrategias efectivas para su mitigación.

Asimismo, la preocupación por la contaminación atmosférica está ganando cada vez más atención a nivel mundial, debido a la aparición de contaminantes, microorganismos patógenos y hongos, todos ellos derivados de las actividades diarias de los seres humanos. Este tipo de contaminación, ya sea en espacios abiertos o en interiores, implica la introducción de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las propiedades inherentes de la atmósfera. Este hecho ha sido destacado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019). La contaminación atmosférica no solo afecta la salud humana, sino que también tiene un impacto significativo en los ecosistemas y el clima global. Por lo tanto, es esencial comprender la magnitud y las implicaciones de este problema para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. La investigación y el monitoreo continuo son fundamentales para evaluar la calidad del aire, identificar las fuentes de contaminación y determinar las medidas necesarias para mejorar la calidad del aire y proteger la salud pública.

De acuerdo con las directrices establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que casi el 99% de la población mundial está expuesta a niveles de calidad del aire que exceden los límites recomendados por esta organización, lo que resulta en una alta concentración de contaminantes en el aire que respiramos. Este dato pone de manifiesto que la vulnerabilidad a la degradación de la calidad del aire es especialmente pronunciada en regiones de bajos y medianos ingresos. En estos lugares, la falta de infraestructuras adecuadas, la industrialización rápida y no regulada, y la dependencia de fuentes de energía contaminantes contribuyen a la mala calidad del aire. Además, las poblaciones de estas regiones a menudo carecen de acceso a servicios de salud de calidad, lo que agrava los efectos perjudiciales de la contaminación del aire en la salud. Por lo tanto, es imperativo implementar políticas y prácticas de gestión del aire a nivel global para mejorar la calidad del aire y proteger la salud de las poblaciones vulnerables.

Los distritos de Huánuco y Pilco Marca reconocen la influencia significativa de los residuos, particularmente las partículas sedimentables, que se generan debido a una variedad de circunstancias. Entre estas se incluyen el cambio climático, la urbanización acelerada, el incremento del tráfico vehicular, la expansión de las zonas urbanas y la presencia de carreteras sin pavimentar. Estos factores, en conjunto, contribuyen a la liberación de partículas sedimentables en el aire, las cuales pueden tener efectos perjudiciales tanto en la calidad del aire como en la salud de los habitantes de la región. La acumulación de estas partículas en el aire puede llevar a la formación de una capa de polvo que se deposita en las superficies, lo que puede afectar la visibilidad y la calidad del aire, y puede tener efectos perjudiciales en la salud humana, incluyendo problemas respiratorios y alergias. Por lo tanto, es de suma importancia implementar estrategias de gestión y control para minimizar la producción y dispersión de estas partículas sedimentables en el ambiente.

Durante el mes de agosto, de acuerdo con la información suministrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se registró una concentración promedio de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) de 12,4 t/km2/mes en la provincia de Huánuco y el cantón de Pillco Marca. Este

valor representa un incremento del 12,7% en comparación con el mismo periodo del ciclo anterior y supera en 2,4 veces el límite establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 5 t/km2/mes. Este exceso en la concentración de PAS evidencia una problemática ambiental que requiere de atención y medidas correctivas. La superación del límite establecido por la OMS puede tener implicaciones significativas en la calidad del aire y, por ende, en la salud de los habitantes de la región. Este hallazgo resalta la necesidad de implementar estrategias de mitigación y control para reducir los niveles de PAS en el aire y garantizar la calidad del aire en la provincia de Huánuco y el cantón de Pillco Marca (INEI, 2013).

El presente estudio se estructura en cinco capítulos para garantizar su eficacia y coherencia. En el Capítulo I, denominado "Planteamiento del Problema de Investigación", se aborda la problemática actual, se establece el objetivo general y los objetivos específicos, se justifica la relevancia de la investigación y se describen las limitaciones y posibilidades que esta conlleva. Este capítulo es esencial para contextualizar la investigación y definir su alcance y propósito.

Por su parte, el Capítulo II, titulado "Marco Teórico", ofrece los antecedentes de la investigación, los conceptos teóricos pertinentes, las hipótesis generales y específicas, y una descripción de los modelos y aplicaciones del estudio. Este capítulo proporciona el marco conceptual y teórico que sustenta la investigación, y permite entender las bases sobre las que se construye el estudio.

En este capítulo se recogen las teorías, conceptos y estudios previos que se relacionan con el tema de investigación, y se establecen las hipótesis que se pretenden comprobar. Además, se explican los modelos y aplicaciones que se utilizarán en el estudio, proporcionando una visión clara de las herramientas y métodos que se emplearán para alcanzar los objetivos propuestos. En conjunto, estos dos capítulos sientan las bases para el desarrollo de la investigación y proporcionan el marco necesario para entender y contextualizar los hallazgos que se obtendrán en los capítulos siguientes.

El Capítulo III, denominado "Metodología de la Investigación", detalla la naturaleza y el diseño del estudio llevado a cabo. Este capítulo es fundamental

para entender el enfoque y las técnicas empleadas en la investigación. Se describe la población y la muestra seleccionada para el estudio, proporcionando información sobre quiénes y cuántos fueron los sujetos de estudio. Además, se detallan las herramientas y técnicas utilizadas para la recolección de datos, lo que permite entender cómo se obtuvo la información para el análisis. Finalmente, se explican los métodos de procesamiento y análisis de datos, proporcionando una visión clara de cómo se manejaron y analizaron los datos recolectados.

Por otro lado, el Capítulo IV, titulado "Resultados", presenta los hallazgos obtenidos a partir del análisis del polvo atmosférico depositado, así como los resultados del análisis de microorganismos y hongos ambientales. Este capítulo es crucial para entender los resultados de la investigación y su relevancia. Se presentan los datos obtenidos de manera clara y ordenada, permitiendo una fácil interpretación de los mismos. Además, se realiza la prueba t de Student para verificar la hipótesis, proporcionando evidencia estadística que respalda o refuta la hipótesis planteada. Este capítulo es esencial para entender los resultados de la investigación y su significado en el contexto del problema de estudio.

El Capítulo V, "Discusión de Resultados", analiza los hallazgos de la investigación, comparándolos con estudios anteriores y examinando su contribución al entendimiento de la problemática estudiada. Se enfoca en cómo los resultados se alinean o difieren de investigaciones previas y su relevancia para el problema investigado. Además, se detallan las cantidades de polvo atmosférico en vías pavimentadas y no pavimentadas y la presencia de patógenos y hongos en Huánuco y Pilco Marca, subrayando los riesgos de contaminación del aire y su impacto en la salud pública. Este análisis sirve de base para futuras medidas de mitigación ambiental en la región.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La creciente preocupación por el estado de la atmósfera debido a las diversas actividades industriales y corporativas que introducen una variedad de contaminantes, incluyendo el polvo atmosférico sedimentable, que tiene un impacto directo en la calidad del aire. La contaminación atmosférica se refiere a la presencia de sustancias, materiales o formas de energía en la atmósfera que representan un peligro o daño grave para la salud humana, el medio ambiente y otros recursos valiosos.

Esta problemática se ha convertido en un tema de gran relevancia debido a las implicaciones que tiene para la salud humana y la sostenibilidad del medio ambiente. Los contaminantes atmosféricos, como el polvo sedimentable, no sólo deterioran la calidad del aire que respiramos, sino que también pueden tener efectos perjudiciales en los ecosistemas y contribuir al cambio climático. Este capítulo proporciona una descripción detallada de esta situación problemática, destacando la importancia de abordar la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente (López & Martin, 2017).

El polvo atmosférico sedimentable, compuesto por partículas de tamaño considerable provenientes de diversas fuentes como la erosión del suelo, actividad volcánica y contaminación industrial, tiende a depositarse fácilmente en el suelo y en áreas expuestas al ambiente, incluyendo oficinas, hogares y tiendas. Según un estudio de Díaz en 2017, este fenómeno tiene impactos negativos en la salud humana, destacando su vinculación con problemas respiratorios y afecciones como el asma y bronquitis crónica, dado que las partículas pueden ser inhaladas y alojarse en los pulmones. Además, el polvo atmosférico puede transportar patógenos perjudiciales, lo que se ha asociado con brotes de enfermedades como la meningitis en África y la fiebre amarilla en América. Es de vital importancia comprender y monitorizar este fenómeno para mitigar sus efectos, especialmente en regiones con alta concentración

de estas partículas en el aire, donde la salud humana puede estar en mayor riesgo.

El problema de la contaminación del aire en el Perú, particularmente en su capital, Lima, es severo y multifacético. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2017 reveló que Lima es la ciudad más contaminada de América Latina, con un alarmante 70% de su contaminación proveniente del tráfico vehicular y el resto atribuido a actividades comerciales e industriales energéticas. Este amplio parque automotor, que incluye vehículos antiguos y tecnológicamente obsoletos, emite grandes cantidades de gases de efecto invernadero y partículas dañinas que degradan la calidad del aire. Además, la industrialización en aumento contribuye a la emisión de gases contaminantes y partículas de polvo atmosférico, exacerbando aún más la situación. Este nivel de contaminación atmosférica no solo amenaza el medio ambiente y la biodiversidad, sino que también plantea graves riesgos para la salud de la población, como enfermedades respiratorias y cardiovasculares, lo que subraya la urgencia de medidas conjuntas de gobiernos, industria y sociedad civil para combatir esta creciente crisis ambiental.

El deterioro de la calidad del aire en la zona de Huánuco es un problema evidente, así lo revela el estudio de contaminación del aire por contaminantes sólidos sedimentarios (CSS) realizado por el SENAMHI en 2016 en diferentes localidades, distritos de Huánuco, Amarilis y Marca Pillco. En el análisis antes mencionado, se determinó que la estación INKA FARMA, ubicada en el óvalo de Pavletich y paralela a la carretera central Km 4, presenta la mayor densidad de polvo atmosférico sedimentable (PAS). Durante el período de agosto y septiembre, las densidades fueron de 19,5 y 35,05 t/km2/mes respectivamente, superando los estándares de calidad ambiental propuestos por el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, la regulación se limita a 5 t/km2/mes. Es importante resaltar que el polvo atmosférico sedimentable o contaminante sólido consiste en partículas con un diámetro de 10 micras o mayor, que caen y se depositan como polvo en superficies diferentes (Chipoco & Valencia, 2015). Estas partículas pueden ser expulsadas por el aire u otras corrientes, como el tráfico de automóviles. Sin embargo, el análisis realizado por SENAMHI no tomó en cuenta la evaluación del tránsito vehicular en esta estación, a pesar de que el mayor tránsito vehicular en esta localidad podría

deberse a la congestión vehicular. Cabe recalcar que, a la fecha, este análisis realizado en 2016 es el único que se encuentra accesible ya que no ha sido asumido por la respectiva entidad.

En relación a las rutas de estudio principales, no existe información antecedente acerca del estudio pertinente a la pavimentación en el distrito, lo que hace necesario ejecutar un análisis de campo para determinar la correspondencia relevante en esta indagación. En conclusión, la polución atmosférica y la presencia de polvo atmosférico sedimentable son problemas notorios tanto a escala global como en la región de Huánuco. Esta indagación tiene como propósito tratar estas cuestiones mediante un abordaje integral que englobe la evaluación de fuentes contaminantes, la medición de densidades de polvo atmosférico y el análisis de impactos en la salud y el medio ambiente. Al finalizar este estudio, se aspira a generar información significativa que favorezca a la aplicación de medidas de mitigación y a la protección de la calidad del aire en la región.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Qué incidencia tiene la concentración de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar?
- ¿Existe la presencia de hongos ambientales en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022?
- ¿Existe la presencia de bacterias en vías pavimentadas y sin pavimentar?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar.
- Determinar la presencia de hongos ambientales en vías pavimentadas y sin pavimentar.
- Determinar la presencia de bacterias ambientales en vías pavimentadas y sin pavimentar.
- Determinar la presencia de parásitos en vías pavimentadas y sin pavimentar.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La presente investigación sobre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en diferentes tipos de vías brinda una herramienta esencial para las autoridades gubernamentales en Perú, permitiendo la toma de decisiones informadas en cuanto a medidas de control y regulación de la calidad del aire. Los datos generados no solo ofrecen una comprensión detallada de la contaminación por PAS, sino que también pueden servir como base para campañas de sensibilización dirigidas a la comunidad, enfocadas en educar sobre los riesgos asociados y promover prácticas responsables. Además, los hallazgos pueden inspirar propuestas técnicas y soluciones innovadoras en el campo de la ingeniería y la ciencia ambiental, como el desarrollo de tecnologías de filtración más eficientes o la implementación de regulaciones más estrictas en cuanto a emisiones vehiculares. En conjunto, esta investigación no solo enriquece el conocimiento científico

en el área, sino que también tiene el potencial de influir en políticas públicas, fomentar la conciencia social y guiar la innovación técnica en la lucha contra la contaminación atmosférica en el país.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La aplicación de placas Petri para la determinación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y otros elementos ambientales (haciendo uso de placas Petri con medios de cultivo) representa una alternativa económica y eficiente, especialmente en contextos donde los recursos son limitados. A diferencia de métodos más complejos y costosos, como el uso del Cabezal de Muestreo PM10, que funciona como muestreado activo y requiere una inversión significativa tanto en equipos como en mano de obra especializada para la recolección y análisis de muestras, las placas Petri ofrecen una solución más accesible. Este método validado no solo reduce los costos asociados con la monitorización de la calidad del aire, sino que también facilita la participación de entidades más pequeñas o menos financiadas en la investigación y control ambiental. La simplicidad y eficacia de las placas Petri permiten una recolección de datos precisa y confiable, lo que puede ser crucial en la identificación y respuesta a problemas de contaminación en diversas áreas geográficas. Además, la accesibilidad de este método puede fomentar una mayor colaboración y participación comunitaria en iniciativas de monitoreo ambiental, contribuyendo a una mayor conciencia y responsabilidad en la protección de la calidad del aire. En resumen, el uso de placas Petri para la determinación de PAS y otros factores ambientales demuestra ser una opción viable y valiosa, particularmente en situaciones donde los recursos y el acceso a tecnologías avanzadas pueden ser restrictivos.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

La ausencia de pavimentación en las carreteras ha llevado a un aumento en las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), junto con otros contaminantes, superando los límites de calidad

ambiental prescritos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta situación ha resultado en una alteración significativa de la calidad del aire en la región, con repercusiones que van más allá de la simple contaminación atmosférica. Los impactos ambientales son profundos y multifacéticos, afectando no solo la atmósfera sino también potencialmente dañando los ecosistemas locales y la biodiversidad. La degradación de la calidad del aire también tiene un efecto directo y perjudicial en la salud de los residentes de Pillco Marca. La exposición continua a niveles elevados de PAS puede conducir a enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares y otras condiciones médicas graves. La complejidad de este problema subraya la necesidad de una acción inmediata y concertada, que podría incluir la pavimentación de carreteras y la implementación de medidas de control más rigurosas, para proteger tanto el medio ambiente como la salud pública en la región.

1.4.4 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Actualmente no existen estudios específicos sobre la relación entre PAS y pavimento, lo que contribuye a los vacíos existentes en el conocimiento y enfoques de PAS para evaluar la calidad del aire y otros factores ambientales, en este sentido la placa receptora es un método simple y muy confiable para evaluar la concentración del polvo tal como ha sido validada por el Servicio Nacional de Hidrometeorología (SENAMHI); De igual forma, no se ha evaluado la relación entre bacterias y hongos en el ambiente y el pavimento, en este sentido la placa receptora con un medio de cultivo es un método muy confiable para evaluar la presencia de bacterias y hongos en el ambiente.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Es importante señalar que el estudio que evalúa la concentración de polvo atmosférico que se puede depositar en vías pavimentadas y no pavimentadas en Pillco Marca, Huánuco, en 2022, tiene ciertas limitaciones. En primer lugar, se deben tener en cuenta las limitaciones geográficas, ya que los resultados obtenidos se limitan a esta área en particular y pueden no ser

generalizables a otras ubicaciones geográficas con características ambientales diferentes. Además, se deben tener en cuenta los límites de tiempo, ya que los resultados reflejan las condiciones y concentraciones específicas de polvo atmosférico que se pueden depositar durante ese año, lo que implica que están sujetos a cambios en diferentes momentos y limitan su aplicabilidad en otros. veces.

Otra limitación para considerar se relaciona con el muestreo realizado. Si bien se instalaron estaciones de monitoreo, el número y la ubicación de las mismas pueden presentar limitaciones en cuanto a la representatividad de los datos recopilados. Además, factores como las condiciones climáticas y meteorológicas pueden influir en los resultados del muestreo y generar cierta variabilidad en las mediciones. También se deben tener en cuenta las limitaciones de recursos, tanto financieros como de personal y equipo, que pueden afectar la escala y el alcance del estudio, así como la precisión y la frecuencia de las mediciones realizadas. Por último, el estudio está sujeto a factores externos impredecibles, como eventos climáticos extremos o cambios en las actividades humanas, que pueden influir en los niveles de concentración del polvo atmosférico sedimentable y afectar los resultados obtenidos. Al interpretar los resultados y conclusiones de esta investigación, es esencial tener en cuenta estas limitaciones y reconocer las oportunidades que presentan para futuras investigaciones en diferentes contextos.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 ECONÓMICA

La investigación titulada se destaca por su enfoque económico y sostenible. En lugar de depender de métodos costosos y equipos sofisticados, este estudio utiliza técnicas accesibles y eficientes para evaluar la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en diferentes tipos de vías. La accesibilidad de los métodos empleados asegura que la investigación pueda ser llevada a cabo con los recursos disponibles, sin necesidad de inversiones prohibitivas. Esta sostenibilidad económica no solo permite una evaluación exhaustiva y

precisa de la calidad del aire en Pillco Marca, Huánuco, sino que también refuerza la viabilidad y relevancia de la investigación. La capacidad de llevar a cabo un estudio de esta magnitud y significado con recursos limitados demuestra un enfoque innovador y responsable, que puede servir como modelo para futuras investigaciones en el campo de la calidad del aire y la salud ambiental.

1.6.2 OPERATIVA

La factibilidad operativa del estudio se ve reforzada por la presencia de personal técnico capacitado. Este equipo de expertos está entrenado en la manipulación de las placas receptoras, la instalación de estaciones de monitoreo, y el uso de balanzas de laboratorio, herramientas esenciales para medir y evaluar el desarrollo de la investigación. La combinación de habilidades técnicas especializadas y equipos adecuados asegura que el levantamiento de datos sea llevado a cabo con precisión y eficiencia. Además, la disponibilidad de personal capacitado agrega un nivel de confiabilidad y profesionalismo al estudio, garantizando que los resultados sean tanto exactos como relevantes.

1.6.3 TÉCNICA

El levantamiento del estudio se caracteriza por su factibilidad técnica, respaldada por la existencia de estaciones especializadas para recibir sedimentos atmosféricos, polvo y otros factores ambientales. La utilización de un método pasivo, que se basa en placas receptoras que capturan el polvo sedimentable mediante un medio (vaselina), validadas por SENAMHI en Perú, permite una recolección precisa y confiable de datos sin la necesidad de intervención activa continua.

Además de ello para asegurar la identificación de los factores biológicos se utilizan placas con medios de cultivo para su identificación.

Este enfoque puntual y pasivo no solo simplifica el proceso de muestreo, sino que también asegura que los datos recogidos sean representativos y relevantes para el período de estudio.

En conjunto, la combinación de métodos de muestreos pasivos, estaciones de recepción especializadas contribuye a la robustez técnica del levantamiento, asegurando que la investigación sea llevada a cabo con la precisión y la profundidad necesarias para abordar las complejas cuestiones relacionadas con la calidad del aire en Pillcomarca, Huánuco.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

En el estudio realizado por Sungjin Hong, Hojun Yoo, Jeong-Goo Cho, G. Yeon e Intai Kim en 2022, titulado "Characteristics of Resuspended Road Dust with Traffic and Atmospheric Environment in South Korea". Este estudio se enfoca en caracterizar los factores que influyen en el polvo resuspendido en carreteras pavimentadas, considerando el entorno atmosférico y las condiciones del tráfico. La investigación se llevó a cabo utilizando equipos de medición en tiempo real para determinar la concentración de PM10 resuspendida y analizar las características de emisión de polvo según la velocidad del vehículo, la carga de sedimentos en la carretera y las condiciones climáticas. Los resultados del estudio destacan la necesidad de investigar más a fondo para caracterizar el polvo suspendido según los cambios en el tráfico y el clima en áreas urbanas, proporcionando una base sólida para futuras medidas de control de la contaminación atmosférica en carreteras (Hong, S., Yoo, H., Cho, J.-G., Yeon, G., & Kim, I. (2022).

En su artículo "Fugitive Dust Suppression in Unpaved Roads: State of the Art Research Review", Parvej y colaboradores (2021) ofrecen una revisión detallada de las estrategias y materiales utilizados para la supresión de polvo en caminos sin pavimentar. El estudio destaca la importancia de comprender las propiedades físicas y químicas de los supresores de polvo, así como su interacción con factores ambientales como el tipo de suelo, la velocidad del viento y las condiciones atmosféricas. Los autores examinan en profundidad los mecanismos de supresión de polvo, incluyendo la higroscopicidad, que se refiere a la capacidad de los materiales para absorber humedad del aire, y la aglomeración, que implica la unión de partículas de polvo para reducir

su dispersión. Este trabajo proporciona una base científica para la selección y aplicación de supresores de polvo en caminos sin pavimentar, considerando tanto su eficacia como su impacto ambiental (Parvej, Naik, Sajid, Kiran, Huang, & Thanki, 2021).

En "Using a Gaussian model to estimate the level of particle matter concentration on paved and unpaved roads in urban environment: A case study", Ngangmo Yannick Cédric y su equipo (2023) investigan cómo las carreteras pavimentadas y sin pavimentar afectan las concentraciones de partículas en entornos urbanos. Utilizando el modelo AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. y un modelo Gaussiano bidimensional, el estudio analiza las emisiones de partículas en diferentes escenarios de tráfico en la ciudad de Douala. Los resultados indican que tanto el tipo de carretera como la cantidad y el tipo de vehículos en movimiento influyen significativamente en la re-suspensión y emisión de polvo. Este estudio es particularmente relevante para entender cómo las infraestructuras viales urbanas contribuyen a los niveles de contaminación por partículas y ofrece datos cruciales para el diseño de políticas de control de la calidad del aire (Ngangmo Yannick Cédric, Cyrille, Mah Serges Charitos, & Monkam David, 2023).

Characteristics of Resuspended Road Dust with Traffic and Atmospheric Environment in South Korea, de Hong y colaboradores (2022), aborda la problemática del polvo suspendido en carreteras pavimentadas en Corea del Sur. El estudio se centra en identificar los factores que influyen en la concentración de polvo suspendido, como la velocidad del vehículo y la carga de sedimentos en la superficie de la carretera. Utilizando equipos de medición en tiempo real, los investigadores analizan cómo las condiciones atmosféricas y de tráfico afectan la emisión de PM10, un contaminante atmosférico clave. Este trabajo es significativo para comprender la relación entre el tráfico, el ambiente atmosférico y la contaminación por polvo en áreas urbanas, proporcionando información valiosa para el desarrollo de medidas de

control de la contaminación atmosférica (Hong, Yoo, Cho, Yeon, & Kim, 2022).

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

En Perú, la preocupación por la contaminación del aire debido al polvo atmosférico sedimentable (PAS) ha llevado a la realización de investigaciones significativas. Un estudio relevante se llevó a cabo en el centro poblado de Paragsha, distrito de Simón Bolívar, departamento de Pasco. El objetivo de esta investigación fue evaluar la contaminación del aire por PAS utilizando el método de placas receptoras durante los meses de marzo, abril y mayo. Se seleccionaron 15 puntos de muestreo aplicando la metodología de muestreo pasivo, que consistió en la colocación de placas petri con vaselina en el segundo nivel de las viviendas por treinta días durante tres meses. La ubicación de las estaciones de monitoreo consideró el tipo de vía, la densidad poblacional y el tráfico, dividiendo el área en tres zonas de muestreo: Centro, Intermedia y Periferia. Los resultados mostraron un valor promedio final de 0.49 mg/cm² por mes, dentro del límite máximo permitido (LMP) establecido por la Organización Mundial de la Salud de 0.50 mg/cm² por mes (Prada, 2020).

Otra investigación importante se realizó en la ciudad del Cusco, con el objetivo de determinar la concentración de PAS entre vías pavimentadas con asfalto y piedra laja. Este estudio descriptivo y transversal se llevó a cabo mediante el método de placas receptoras (16 placas) por gravimetría en los meses de julio a septiembre de 2020. Se identificaron 8 puntos de monitoreo, y los resultados, analizados mediante la prueba estadística U de Mann Whitney, mostraron una diferencia significativa en las concentraciones de PAS entre las vías pavimentadas con asfalto (0.009539 mg/cm²/30 días) y las pavimentadas con piedra laja (0.016901 mg/cm²/30 días). Además, se encontraron mayores volúmenes en agosto, mes en el que la precipitación fue mínima y la temperatura máxima alcanzó los 23.3 °C, concluyendo así que existe una diferencia significativa en la

concentración de PAS entre los dos tipos de pavimentación (Autor del Segundo Estudio, (Castro, 2019).

Huarancca (2018) centra su estudio "Gestión y Monitoreo Continuo de la Calidad del Aire en la Carretera Central" en el análisis y gestión de la calidad del aire a lo largo de una importante carretera, particularmente en la zona de Ate. El objetivo principal del estudio es evaluar la calidad del aire en esta zona mediante una estación de monitoreo o estación meteorológica en Ate. Esta estación se encarga de realizar un seguimiento continuo y sistemático de los contaminantes atmosféricos con el fin de evaluar y clasificar los niveles de contaminación de acuerdo con las Normas de Calidad Ambiental (NCA) establecidas. Los datos recopilados se presentan visualmente, lo que permite comparar de forma inmediata los resultados obtenidos en los dos últimos meses.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Sánchez (2019) realizó una investigación titulada "Monitoreo y Efecto de la Concentración del Polvo Atmosférico Sedimentable en la Salud de los Habitantes de la Ciudad de Amarilis - Huánuco 2019" con el objetivo de evaluar la presencia e impacto del Polvo Atmosférico Sedimentable en la salud de la población de Amarilis. Para lograr este objetivo, se utilizaron cuestionarios y se estableció una relación entre los datos mediante análisis cruzados. Se utilizó la instalación estratégica de 20 estaciones distribuidas por la ciudad para monitorizar la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable. Estas estaciones se construyeron en zonas previamente identificadas como propensas a la contaminación a lo largo del tiempo. Los resultados mostraron que, en los meses de julio, agosto y septiembre, las concentraciones medias de polvo fueron de 0,750 mg/cm2/mes, 0,643 mg/cm2/mes y 0,577 mg/cm2/mes, respectivamente. Además, se realizaron encuestas entre el público en general, y se descubrió que alrededor del 35% de los encuestados padecían enfermedades relacionadas con la Contaminación Sedimentaria del Aire. Las conclusiones fueron corroboradas por un análisis estadístico mediante la prueba Chi

cuadrado de Pearson, con un nivel de significación del 5% y una probabilidad de error del 0,00%. Por último, se descubrió que las concentraciones de Contaminación Atmosférica Sedimentaria en las tres zonas estudiadas superaban los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud, lo que indica una situación preocupante en términos de calidad del aire y riesgos potenciales para la salud de los residentes de Amarilis.

Hurtado (2017) buscó establecer una relación entre la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAE) y la salud de los trabajadores en su estudio titulado "Asociación entre la Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y la Salud de los Trabajadores en la Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Pillco Marca - Huánuco". En el estudio se utilizó un diseño correlacional y se eligieron 6 lugares de muestreo mediante una técnica probabilística y estratificada. La concentración de PAS se midió utilizando el método de muestreo pasivo proporcionado por el Servicio Nacional de Metrología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Además, se entregó una encuesta a diez trabajadores en cada lugar de muestreo, con preguntas sobre el SBP y su influencia en la salud ocupacional. Los lugares de muestreo se eligieron en función de variables como el número de personal expuesto a las operaciones de excavación y la duración del proyecto. Durante un periodo de 30 días en octubre y noviembre, se identificaron tres zonas de muestreo importantes: lateral izquierda, intermedia y lateral derecha, con dos lugares de muestreo por zona. Los resultados de las muestras de concentración de SBP se compararon con las Normas de Calidad Ambiental (NCA) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que son de 0,5 mg/cm2/mes. Según los datos, la concentración media de SBP en los meses de octubre y noviembre fue de 341,95 mg/cm2/mes en la zona 1, de 445,95 mg/cm2/mes en la zona 2 y de 288,975 mg/cm2/mes en la zona 3, niveles que superaban las normas de la OMS.

Advíncula (2021) se propuso determinar la presencia de bacterias y hongos en el aire de ese distrito, identificar especies o géneros de microorganismos patógenos y cuantificar el número de microorganismos aerobios viables totales por centímetro cúbico de aire (NMAV/cm3), así como analizar su relación con la temperatura y la humedad relativa. La afluencia de personas y vehículos determinó la selección de siete lugares de muestreo, y se registraron los horarios correspondientes. Durante los meses de junio, julio y agosto de 2017, se recolectaron muestras de aire mediante la técnica IMPHINGER, y las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El punto de exposicin con mayor concentracin de microorganismos viables aerobios fue San Martn cuadra 5, con 470x103 NMAV/cm3, mientras que el punto con menor concentracin fue Unin cuadra 7, con 107x103 NMAV/cm3. Entre las especies bacterianas identificadas se encuentran Pantoea agglomerans, Proteus mirabilis, Bacillus sp., Staphylococcus epidermidis y Staphylococcus aureus, entre otras. Además, se descubrieron nuevos hongos patógenos, siendo Geotrichum sp. y Fusarium sp. los más comunes. Estos hallazgos indican la presencia de una contaminación microbiológica en el aire del distrito de Castillo Grande.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ATMÓSFERA

La envoltura gaseosa de la Tierra, conocida como atmósfera, tiene un espesor aproximado de 200 km, y la mitad de su masa total se encuentra concentrada en los primeros cinco kilómetros. A medida que aumenta la altitud, la densidad de la atmósfera disminuye. Entre sus capas, la troposfera es especialmente relevante, ya que es donde ocurren los fenómenos meteorológicos y donde los seres vivos respiran. Las propiedades de cada capa están influenciadas por la actividad química de los contaminantes presentes en ellas, como el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), lo que puede tener un impacto significativo en la calidad del aire en regiones específicas, como Pillco

Marca, Huánuco. Esta comprensión de la atmósfera y su interacción con los contaminantes proporciona una base teórica vital para evaluar cómo las concentraciones de PAS y otros factores pueden afectar la salud de los habitantes y el medio ambiente en general (Sepedding, 2012).

2.2.2 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La contaminación atmosférica, caracterizada por la presencia en el aire de ciertas sustancias o elementos que pueden constituir un peligro para la salud y el bienestar humano en determinadas concentraciones (PCM, 2001), es un problema complejo y multifacético. Su origen puede ser tanto natural, como el polvo y los compuestos orgánicos volátiles de las plantas, como antropogénico, incluyendo las emisiones industriales y del tráfico vehicular. Los impactos en la salud pueden variar desde irritaciones leves hasta condiciones crónicas y potencialmente mortales, como enfermedades cardíacas y respiratorias. Además de los efectos directos en la salud humana, la contaminación atmosférica puede tener consecuencias perjudiciales en el medio ambiente, contribuyendo a fenómenos como la lluvia ácida, la degradación de la calidad del agua y el suelo, y el cambio climático. La gestión y mitigación de la contaminación atmosférica requieren un enfoque coordinado que incluya regulaciones gubernamentales, tecnologías limpias, y una mayor conciencia pública. La lucha contra este desafío global es esencial para garantizar un futuro saludable y sostenible para todos.

2.2.3 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Dentro de los contaminantes gaseosos de la atmósfera se encuentran el dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, amoníaco y ácido sulfhídrico, pero identificar la gran variedad de partículas sólidas es más complicado ya que tienden a permanecer suspendidas en el aire debido a su tamaño. Estas partículas se componen de materiales sólidos o líquidos finamente fraccionados, incluyendo metales, compuestos inorgánicos y una gran cantidad de compuestos orgánicos, y se emiten directamente al aire

desde fuentes contaminantes. Además, una proporción importante de estas partículas sufre transformaciones en la atmósfera (Aragón, 2011).

Es importante destacar que el polvo atmosférico sedimentable también se considera como un contaminante atmosférico.

2.2.4 POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS)

El término Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) se refiere a partículas presentes en el aire por un período transitorio, originadas tanto de fuentes naturales como antropogénicas. Mientras que el viento actuando sobre la tierra puede generar partículas naturales de PAS, una variedad de actividades humanas, como la minería, la construcción, y el transporte, entre otras, son responsables de las partículas antropogénicas de PAS (Puigcerver & Dolors, 2014, p. 246). Estas partículas, aunque efímeras en su presencia, pueden tener un impacto significativo. En el ámbito de la salud, la exposición a PAS puede contribuir a condiciones respiratorias; en el medio ambiente, puede afectar la calidad de diversos ecosistemas. La complejidad de las fuentes y los efectos del PAS subraya la importancia de una comprensión profunda y una gestión cuidadosa de este tipo de contaminación, para salvaguardar tanto la salud humana como la integridad del medio ambiente.

2.2.5 MATERIAL PARTICULADO

Las partículas son una compleja combinación de partículas microscópicas sólidas y líquidas que se encuentran en la atmósfera. La combustión es la principal fuente de partículas finas, y los automóviles, las centrales eléctricas, la industria y las actividades agrícolas contribuyen significativamente a las emisiones globales. La combustión de combustibles, el transporte y las operaciones industriales representan casi un tercio de las emisiones de partículas finas (Mhelcic y Zimmerman, 2012).

Las partículas se clasifican en dos tipos: primarias y secundarias. Las obras de construcción, los campos agrícolas, las carreteras sin

asfaltar, los incendios y las chimeneas son ejemplos de fuentes primarias de partículas. Estas partículas se producen cuando se trituran o desbastan materiales sólidos, dando lugar a diminutas partículas que flotan en el aire. Las partículas secundarias, por su parte, se generan en la atmósfera mediante procesos químicos, sobre todo en centrales eléctricas, la industria y los automóviles (Mhelcic y Zimmerman, 2012).

2.2.6 BACTERIAS

Aunque las bacterias no existen en el aire, estas criaturas tienen adaptaciones particulares que les permiten resistir y prosperar en este medio. Las corrientes de aire que atrapan a los microorganismos que se encuentran en diversos entornos naturales, como el suelo, el agua, las plantas y el microbiota humano, permiten que los microorganismos sean transportados por el aire, tanto en el interior como en el exterior. Además, diversas actividades industriales, comerciales, sociales y de movilidad vial pueden producir residuos biológicos, físicos y químicos, así como emitir material particulado, lo que ayuda a la dispersión y ocultamiento de microorganismos (Méndez Puentes, Camacho Suárez y Echeverry Hernández, 2016, p. 729).

a) Algunas bacterias aisladas del aire

Varios estudios científicos han revelado la existencia de gérmenes bacterianos en el aire, que pueden causar enfermedades en plantas, animales y seres humanos. Entre los microorganismos identificados se encuentran Staphylococcus aureus, Pseudomonas sp., Legionella sp., Streptococcus sp., Mycobacterium tuberculosis y diversas enterobacterias, entre otros (Méndez Puentes et al., 2016, p. 729; Carazo Fernández et al., 2013, p. 24; Centers for Disease Control and Prevention et al., 2019, p. 27). Estos gérmenes pueden causar dificultades respiratorias, así como otros problemas de salud, como infecciones cutáneas.

b) Algunas bacterias que causan enfermedades gastrointestinales

Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), cada año se producen en Estados Unidos unos 76 millones de casos de enfermedades diarreicas, con unas 5.000 víctimas mortales. Se calcula que más de 2 millones de niños mueren cada año en países subdesarrollados como consecuencia de infecciones diarreicas causadas por alimentos y agua contaminados. Los microorganismos y sus toxinas son generalmente responsables de estas enfermedades, que suelen manifestarse como problemas gastrointestinales de diversa gravedad y duración. Staphylococcus aureus, Salmonella sp., Clostridium perfringens, Campylobacter jejuni, Shigella sp., E. coli enterotoxigénica y Escherichia coli 0157: H7 son algunos de los microorganismos relacionados con estos trastornos (Massoc, 2008, p. 395).

2.2.7 HONGOS AMBIENTALES

En las zonas exteriores, las esporas de hongos son un ingrediente omnipresente en el aire. Por otra parte, se ha descubierto que el aire exterior es una fuente de esporas de hongos que infectan los ambientes interiores. Además, distintos lugares pueden ofrecer circunstancias ideales para el desarrollo de los hongos. Cuando los niveles de humedad son altos, las esporas pueden germinar y los hongos crecer, produciendo un gran número de nuevas esporas que se alimentan de los materiales orgánicos presentes. La mayoría de los hongos que se encuentran en espacios interiores son saprófitos, lo que significa que se nutren de materiales muertos, materia orgánica o sustratos como madera, papel, pintura, suciedad, polvo, piel y alimentos.

No existe una cantidad segura de hongos ambientales, ya que depende de la cantidad de esporas fúngicas en el ambiente exterior, así como de los tipos de esporas presentes en el ambiente interior. Cada oficina, edificio o residencia debe tratarse como una situación distinta y diferenciada. Las concentraciones de hongos en ambientes interiores suelen ser menores que en situaciones exteriores.

2.2.8 FUENTES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

2.2.8.1 FUENTES NATURALES

Más allá de las actividades humanas, hay una serie de factores intrínsecamente naturales que aportan a la contaminación atmosférica. Fenómenos como los vientos pueden ser un reflejo de procesos de desertificación, los cuales, mediante la remoción de polvo y arena, generan un aumento de partículas suspendidas que pueden alterar la calidad del aire.

Asimismo, las erupciones volcánicas representan un emisor considerable de contaminantes atmosféricos. Al producirse, liberan una vasta cantidad de gases y partículas, incluyendo dióxido de azufre, dióxido de carbono, ácido sulfúrico y ceniza volcánica, con el potencial de degradar la calidad del aire tanto a nivel local como global.

Por otro lado, la erosión del suelo, causada por elementos como el viento y el agua, puede introducir partículas de polvo y otros materiales en el aire. Este fenómeno natural, exacerbado por la pérdida de vegetación y la alteración del suelo, puede contribuir a una mayor concentración de partículas en la atmósfera.

Los incendios forestales, generalmente ocasionados por relámpagos durante las tormentas eléctricas, también son una relevante fuente de contaminantes atmosféricos. En estos eventos, se emiten grandes volúmenes de humo, partículas y gases contaminantes, como el monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles.

Inche (2004) subrayó que estos sucesos naturales tienen la capacidad de liberar sustancias y partículas al aire, lo que se traduce en una modificación de la calidad del aire y potenciales repercusiones en el medio ambiente. Aunque no se pueden evitar, es crucial comprender su papel en la problemática de la

contaminación atmosférica para poder desarrollar estrategias que ayuden a mitigar sus efectos y proteger tanto la salud humana como el ecosistema.

2.2.8.2 FUENTES FIJAS

La denominación fuentes fijas, se refiere a cualquier tipo de infraestructura que, estando localizada en un punto específico, se dedica a la realización de actividades industriales, comerciales, de servicios o de cualquier otra naturaleza que pueda generar emisiones de contaminantes a la atmósfera. Estas emisiones pueden surgir a través de diversas operaciones económicas realizadas en estos lugares. Por ejemplo, una planta de energía que quema combustibles fósiles, una fábrica que emite gases y partículas durante sus procesos de producción, o una instalación comercial que utiliza maquinaria que emite gases contaminantes, son todas consideradas fuentes fijas.

Estas instalaciones pueden variar en tamaño y capacidad, y abarcan un amplio rango de sectores económicos. Esto puede incluir industrias de energía, manufactura, procesamiento de alimentos, construcción, minería, y muchas otras. A pesar de que estas operaciones pueden ser esenciales para la economía, suelen producir emisiones nocivas que contribuyen a la contaminación del aire. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de control de la contaminación y adoptar tecnologías más limpias para reducir su impacto en la calidad del aire y en la salud humana, tal como señaló Inche en 2004.

2.2.8.3 FUENTES MÓVILES

La categoría de fuentes móviles se refiere a los vehículos terrestres equipados con motores de combustión interna diseñados para transitar por vías y carreteras. La contaminación del aire generada por estas fuentes móviles proviene principalmente de los gases de escape resultantes de la

combustión de combustibles fósiles. En esta categoría, se incluye una amplia gama de vehículos motorizados que se desplazan en nuestras carreteras, desde automóviles y camiones hasta autobuses y motocicletas.

Cada uno de estos vehículos, en su funcionamiento diario, emite una variedad de contaminantes a la atmósfera, incluyendo monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y partículas finas, que contribuyen significativamente a la contaminación del aire, especialmente en áreas urbanas. Estas emisiones no solo tienen un impacto en la calidad del aire, sino que también pueden causar problemas de salud en humanos, afectar el medio ambiente y contribuir al cambio climático.

Así, como señaló Inche en 2004, las fuentes móviles son un factor relevante en la contaminación atmosférica, y su control y gestión adecuada son esenciales para mejorar la calidad del aire y proteger la salud pública y el medio ambiente. Esto puede implicar el fomento de tecnologías más limpias, la promoción del transporte público y la movilidad no motorizada, entre otras medidas.

2.2.9 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Para evaluar la calidad del aire, se deben realizar mediciones de los contaminantes presentes, utilizando criterios particulares, y comparar los resultados con las normas de calidad ambiental establecidas en la región de investigación. De acuerdo con las normas emitidas por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), esta actividad permite identificar los lugares con mayor riesgo para la salud de la población y ofrecer soluciones adecuadas para paliar dichos peligros.

2.2.10 ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE

Los países adoptan normas de calidad del aire con el objetivo de preservar la salud pública, y son un aspecto vital de las políticas nacionales de medio ambiente y gestión de riesgos. Estos requisitos difieren en función de la forma en que cada país aborda el equilibrio entre los peligros para la salud, la viabilidad tecnológica, las preocupaciones económicas y los factores políticos y sociales. Debido al grado de desarrollo y a la competencia nacional en la gestión de la calidad del aire, estos requisitos varían. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda valores que tienen en cuenta esta variabilidad y entiende que los países deben examinar las realidades locales antes de adoptarlos como normas jurídicamente vinculantes. El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establece límites máximos de concentración de contaminantes atmosféricos que no deben superarse a escala nacional para evitar amenazas a la salud humana. Estas normas se ejecutan mediante procesos y plazos esbozados en la legislación de acompañamiento, y se consideran normas primordiales para proteger la salud pública (PCM, 2001).

Tabla 1

Nacionales para el Polvo Atmosférico Sedimentable

Institución	Duración Promedio	LMP t/Km2/30 días	Método de Análisis
DIGESA	30 días	5.0	Método gravimétrico para análisis de polvo sedimentable usando recipientes
			Método gravimétrico para polvos sedimentables y polvo atmosférico en placas de vidrio
SENAMHI	30 días	5.0	Análisis gravimétrico de polvos sedimentables y muestra de polvo atmosférico en placas de vidrio

Nota. En la tabla 1 se muestran los límites máximos Permisibles del Polvo Atmosférico, en el que se describe que para las instituciones de la Dirección General de Salud (DIGESA) y el SENAMHI es 5.0 tn/km^2/30 días. Fuente: SENAMHI (2016).

2.2.11 MÉTODO PASIVO

Los métodos pasivos de muestreo se distinguen por su simplicidad y eficiencia, ya que no necesitan de equipos complejos como las bombas de succión de aire. En lugar de ello, emplean un sustrato químico especialmente seleccionado que tiene la capacidad de absorber y adsorber un contaminante específico del aire. Una vez que este sustrato se expone al contaminante durante un periodo de tiempo apropiado, que puede variar desde unas pocas horas hasta un mes dependiendo de las necesidades del estudio, se lleva de vuelta al laboratorio para el análisis.

En el laboratorio, el siguiente paso es la recuperación del contaminante del sustrato, seguida de un análisis cuantitativo que permite determinar la concentración del contaminante en el aire durante el periodo de muestreo. Este proceso puede implicar diversas técnicas analíticas, dependiendo del contaminante en cuestión.

Por su sencillez y bajo costo, los métodos de muestreo pasivo son una herramienta valiosa para la monitorización de la calidad del aire, especialmente en áreas donde no se dispone de equipos de muestreo más sofisticados. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos métodos solo proporcionan una medida promedio de la concentración de contaminantes durante el periodo de muestreo, y no pueden capturar variaciones a corto plazo en la calidad del aire (Marcos, Cabrera, Laos, Mamani, & Valderrama, 2008).

2.2.11.1 METODOLOGÍA DE PLACAS RECEPTORAS

El proceso utilizado, previamente aprobado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), consiste en la recolección de partículas sedimentables utilizando placas de vidrio recubiertas con vaselina. Estas placas son colocadas estratégicamente en cada estación diseñada para la medición de polvo asentable en aire (Marcos, Cabrera, Laos, Mamani y Valderrama, 2008).

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1 CONTAMINACIÓN

Conocida también como polución, la contaminación ambiental describe el fenómeno por el cual sustancias o factores físicos se introducen en un medio, creando condiciones que pueden ser peligrosas o inadecuadas para su uso (Merriam, 2010). Esta alteración puede surgir de fuentes naturales, como terremotos o incendios forestales, o ser el resultado de la intervención humana, como la emisión de gases tóxicos o la disposición inapropiada de residuos. La contaminación puede tomar muchas formas, desde la contaminación del aire y del agua hasta la contaminación térmica y sonora, y sus efectos pueden ser igualmente variados. Mientras que la contaminación del aire puede afectar la calidad del aire que respiramos, la contaminación del agua puede tener consecuencias devastadoras en los ecosistemas acuáticos. Además, la contaminación no solo afecta la salud humana y el medio ambiente, sino que también puede tener repercusiones económicas, impactando sectores como la agricultura y el turismo. La lucha contra la contaminación requiere un enfoque multifacético que incluya regulaciones estrictas, innovación tecnológica, conciencia pública y colaboración global. Solo a través de un esfuerzo concertado podemos esperar mitigar los efectos nocivos de la contaminación y preservar nuestro entorno para las futuras generaciones.

2.3.2 MUESTREO

El muestreo es una estrategia de investigación que tiene como finalidad explorar las relaciones entre la distribución de una variable Y, en una población Z y las distribuciones de esa variable en un conjunto seleccionado para el estudio, conocido como muestra (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Esta técnica es fundamental cuando se busca entender características o tendencias de una población más amplia a partir de un subconjunto de ella. El muestreo es especialmente útil cuando es inviable o ineficiente examinar cada elemento de la

población. A través de la selección y análisis de una muestra representativa, se pueden obtener datos valiosos sobre la población completa. Sin embargo, para que los hallazgos sean válidos y generalizables, es crucial que la muestra sea un reflejo fiel de la población. En el contexto de estudios de contaminación del aire, el muestreo puede implicar la recopilación y análisis de muestras de aire para determinar niveles de contaminantes, como el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), proporcionando información crucial para evaluar la calidad del aire y desarrollar estrategias de mitigación efectivas.

2.3.3 MUESTREO PASIVO

La absorción de un contaminante específico por deposición o precipitación en un sustrato sólido o líquido específico es la base del muestreo pasivo. La muestra se lleva al laboratorio tras un periodo de exposición adecuado, que puede variar de horas a meses o incluso un año, para la extracción o pesaje del sustrato y el posterior análisis cuantitativo. En este tipo de muestreo se emplean muestreadores pasivos que pueden tener formas y tamaños muy variados, como tubos, recipientes rectangulares o discos (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

2.3.4 ZONAS NO PAVIMENTADAS

Las zonas no pavimentadas se caracterizan por carreteras o vías que no disponen de una superficie de rodadura asfaltada, sino que están conformadas por suelo y/o grava (CIV, 2001). Estas áreas pueden ser particularmente desafiantes en lo que respecta a la gestión de la calidad del aire. Al no contar con una capa asfáltica que limite la dispersión de polvo, estas zonas pueden ser fuente considerable de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS). El movimiento en estas vías, ya sea de vehículos o peatones, puede provocar la agitación del suelo y la grava, liberando partículas al aire. Estas partículas pueden incrementar la contaminación del aire y afectar la salud de las personas que residen o trabajan en las cercanías. Por ende, es crucial la monitorización y gestión de la calidad

del aire en las zonas no pavimentadas como parte integral de la protección de la salud pública y del entorno ambiental.

2.3.5 OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS), una agencia especializada de las Naciones Unidas (ONU), tiene como principal enfoque los asuntos relacionados con la salud pública a nivel global (OMS, 1992). Esta organización desempeña un papel crucial en la promoción de la salud, la prevención de enfermedades y la intervención en emergencias de salud pública. La OMS trabaja en una amplia gama de áreas de salud, incluyendo la salud ambiental, donde se ocupa de los efectos de los factores ambientales, como la contaminación del aire, en la salud humana. La OMS establece estándares y directrices para la calidad del aire y otros factores ambientales, y promueve la investigación y la cooperación internacional en estos temas. Además, la OMS proporciona asesoramiento y apoyo a los países para ayudarles a implementar estrategias efectivas de salud pública y a responder a emergencias de salud. En el contexto de la contaminación del aire, las directrices y estándares de la OMS son una referencia importante para la evaluación y gestión de la calidad del aire, y para la protección de la salud pública.

2.3.6 SENAMHI

El SENAMHI, o Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, es un organismo público peruano dependiente del Ministerio del Ambiente (MINAM). Su misión esencial es la producción y difusión de datos precisos, actualizados y de fácil acceso en las áreas de meteorología, hidrología y climatología, con el propósito de beneficiar a la sociedad peruana. Para ello, mantiene un sistema operativo de observación, que permite el seguimiento y el registro constante de una variedad de parámetros atmosféricos y de agua.

Dentro de sus labores, el SENAMHI se encarga de proporcionar pronósticos y alertas tempranas sobre condiciones meteorológicas adversas que podrían afectar la vida, la propiedad y las actividades económicas. Además, ofrece asesoramiento a diversas instituciones y sectores que requieren información climatológica y meteorológica para su funcionamiento, como la agricultura, la energía, la salud y la gestión de desastres.

Además de su papel en la monitorización y predicción del clima y el tiempo, el SENAMHI también tiene un papel importante en la gestión de la calidad del aire. Por medio de su red de observación, ayuda a rastrear los niveles de contaminantes atmosféricos y a identificar las fuentes de contaminación, aportando datos valiosos para las políticas de gestión ambiental y la planificación urbana en Perú (SENAMHI, 2016).

2.3.7 MONITOREO

El monitoreo se define como el procedimiento de medición y análisis constante de las concentraciones de ciertas sustancias o contaminantes en un lugar y tiempo específicos (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Este proceso es dinámico y abarca una serie de tareas que se realizan de forma sistemática y regular. Entre estas tareas se incluyen la recolección de muestras, la medición de niveles de contaminantes, el análisis de los datos recolectados, y la interpretación y comunicación de los hallazgos. Las técnicas empleadas en el monitoreo pueden variar en función del contaminante en cuestión, las condiciones del lugar, y los objetivos del monitoreo. En el ámbito de la contaminación atmosférica, el monitoreo puede implicar el uso de dispositivos para medir la concentración de contaminantes como el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en el aire. Los datos obtenidos a través del monitoreo pueden proporcionar información crucial sobre la calidad del aire, ayudar a identificar las fuentes de contaminación, evaluar la eficacia de las estrategias de control de la contaminación, y respaldar la toma de decisiones en la gestión de la calidad del aire. En

resumen, el monitoreo es una herramienta indispensable para la protección de la salud pública y la conservación del medio ambiente.

2.3.8 ESTACIÓN DE MUESTREO

El monitoreo es una actividad que consiste en realizar mediciones sistemáticas y continuas de las concentraciones de sustancias o contaminantes en un lugar y momento específicos. Para llevar a cabo este proceso, se utilizan diversas metodologías diseñadas para muestrear de manera precisa, analizar de forma rigurosa y procesar los datos obtenidos de manera constante y en tiempo real (Marcos, Cabrera, Laos, Mamani, & Valderrama, 2008).

2.3.9 ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE DATOS

El objetivo del análisis de la normalidad de los datos es determinar en qué medida la distribución de los datos observados se desvía de una distribución normal con la misma mediana y desviaciones típicas. Para investigar esta desviación se utilizan diversos métodos, como representaciones gráficas, métodos analíticos y pruebas de hipótesis (Amat, 2016).

2.3.10 CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES

La correlación se define como el análisis de la relación o dependencia entre dos variables. Con el objetivo de cuantificar esta relación, se emplean coeficientes de correlación que permiten medir la fuerza y dirección de la asociación entre las variables (Vargas, 1995).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

- **H_{G1}:** El polvo atmosférico sedimentable está asociado a las vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **H_{G0}:** El del polvo atmosférico sedimentable no está asociada a las vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- **HE1:** La concentración del polvo atmosférico sedimentable está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE0:** La concentración del polvo atmosférico sedimentable no está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE2:** La presencia de hongos ambientales está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE0:** La presencia de hongos ambientales no está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE3:** La presencia bacterias ambientales está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE0:** La presencia bacterias ambientales no está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Concentración del polvo atmosférico sedimentable.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Vías pavimentadas y sin pavimentar de Pillco Marca, Huánuco.

2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE

- Las condiciones climáticas en el entorno
- La calidad de las vías en el distrito de Pillco Marca, Huánuco.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Unidad	Escala de Medición
VD: Concentración del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).	El Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) son partículas sólidas que se depositan como polvo en superficies debido a la gravedad y pueden ser suspendidas nuevamente en el aire. Factores como hongos y bacterias pueden influir en la calidad del aire relacionada con la pavimentación de las vías (Marcos, Cabrera, Laos, Mamani y Valderrama, 2008).	Polvo Atmosférico Sedimentable	Nivel de PAS	t/Km2/30 días	De razón
		Hongos Ambientales	Hongos Ambientales	micrómetro o micra (µm)	De razón
		Bacterias Ambientales	Concentración bacteriana	UFC	De razón
VI: Vías pavimentadas y sin pavimentar de Pillco Marca, Huánuco.	La pavimentación es el proceso de crear una superficie de rodamiento mediante la colocación de capas de diversos materiales como asfalto, losa, piedra, ladrillos, concreto hidráulico, entre otros (VISE, 2018).	Zonas pavimentas de las vías de transporte.	Numero de vías pavimentadas	% vías pavimentadas.	De razón
			Numero de vías no pavimentadas.	% vías no pavimentadas.	

Nota. En la tabla 2 se describe la operacionalización de las variables de la Investigación, dimensión e indicador de casa uno.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación ha sido clasifica como aplicada, ya que se enfoca en la resolución de problemas y generación de conocimiento con el objetivo de proporcionar un método accesible de medición del PAS para aportar a la gestión ambiental en la ciudad de Huánuco y otras ciudades de la región. Además, se ha buscado crear una tecnología innovadora basada en la investigación estratégica, con la posibilidad de aplicarla de manera efectiva para alcanzar los objetivos establecidos. La información obtenida a través de esta investigación tiene el potencial de ser ampliamente difundida y aplicable en diferentes contextos. Es común que la industria promueva investigaciones de este tipo (Tam, Vera, & Oliveros, 2008).

3.1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio ha sido clasificado como un estudio correlacional, dado que su propósito principal es investigar la relación entre dos variables específicas: la concentración de polvo sedimentable en el aire y la presencia de áreas pavimentadas versus áreas no pavimentadas en la región Pillco Marca de Huánuco. En la investigación correlacional, se busca determinar si existe una asociación entre dos o más variables, y en qué medida estas variables se relacionan entre sí. En este caso, se ha buscado entender si la presencia o ausencia de pavimentación en las áreas de estudio tiene algún efecto en la concentración de polvo sedimentable en el aire. Este tipo de estudio ha sido fundamental para identificar patrones y tendencias, y poder proporcionar información valiosa para la toma de decisiones en políticas públicas y estrategias de mitigación. Sin embargo, es importante recordar que la correlación no implica causalidad. Aunque este estudio puede identificar una relación

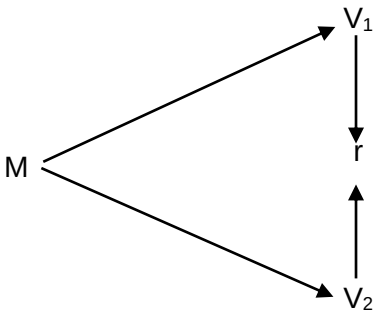
entre las áreas pavimentadas y no pavimentadas y la concentración de polvo sedimentable, se necesitarían investigaciones adicionales para determinar si una variable causa cambios en la otra.

3.1.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según lo establecido por Roberto Hernández, los diseños no experimentales se caracterizan por observar fenómenos en su entorno natural sin la manipulación intencional de variables. En concordancia con esta clasificación, el presente estudio ha sido considerado como un diseño no experimental, ya que tiene como objetivo determinar la concentración del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) en el distrito de Pillco Marca.

Figura 1

Esquema del diseño de investigación



Nota. La figura 1 muestra el diseño de investigación utilizado en este estudio, el cual se clasifica como un diseño no experimental según Hernández, Fernández y Baptista (2006) en su obra "Metodología de la Investigación".

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

La población de interés en este estudio comprende las vías públicas del distrito de Pillco Marca, incluyendo tanto las que están asfaltadas como las que no lo están. El propósito es examinar y analizar la concentración de Contaminante Atmosférico Sedimentario (PAS) en estas vías. Estas vías públicas representan una variedad de condiciones

ambientales y de uso, lo que las convierte en un campo de estudio ideal para investigar la relación entre la pavimentación y la concentración de PAS. Al incluir tanto vías asfaltadas como no asfaltadas, el estudio puede proporcionar una visión más completa y matizada de cómo estas diferentes condiciones pueden influir en los niveles de PAS. Además, al centrarse en las vías públicas, el estudio tiene el potencial de proporcionar información relevante para una amplia gama de partes interesadas, incluyendo planificadores urbanos, responsables de la salud pública, y los propios residentes del distrito. Los hallazgos de este estudio podrían informar las decisiones sobre la infraestructura vial y las estrategias de gestión de la calidad del aire en Pillco Marca y en regiones similares.

3.2.2 MUESTRA

La muestra seleccionada para este estudio se obtendrá mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo 8 lugares de monitoreo equitativamente distribuidos entre zonas pavimentadas y no pavimentadas. Las vías específicas consideradas son:

- La auxiliar de la Carretera Central, que se categoriza como una vía no pavimentada.
- La Avenida Juan Velasco Alvarado, que se categoriza como una vía pavimentada.

Estas dos vías representan las diferentes condiciones de pavimentación presentes en el distrito y servirán para comparar la concentración de PAS en cada una. En total, se seleccionarán cuatro puntos de monitoreo en zonas pavimentadas y cuatro puntos en zonas no pavimentadas, permitiendo una evaluación equilibrada de las condiciones y sus efectos sobre los niveles de PAS

3.2.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para garantizar la representatividad y relevancia de los puntos de monitoreo seleccionados, se seguirán los siguientes criterios de selección, basados en el tipo de vía:

- ***Tipo de vía:*** Se seleccionarán puntos de monitoreo en vías pavimentadas y no pavimentadas, asegurando que haya una representación equitativa de ambos tipos de vías.
- ***Estado de la pavimentación***: Se considerará el estado actual de la pavimentación (bien mantenida, deteriorada) para evaluar su influencia en la concentración de PAS.
- ***Uso predominante de la vía:*** Se seleccionarán vías con diferentes usos predominantes (residencial, comercial, industrial) dentro de cada tipo de vía (pavimentada y no pavimentada) para evaluar cómo el uso de la vía puede afectar la concentración de PAS.
- Estos criterios garantizarán que los puntos de monitoreo seleccionados proporcionen una representación precisa y completa de las condiciones en el distrito de Pillco Marca, permitiendo una evaluación rigurosa de la relación entre el tipo de vía y la concentración de PAS.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

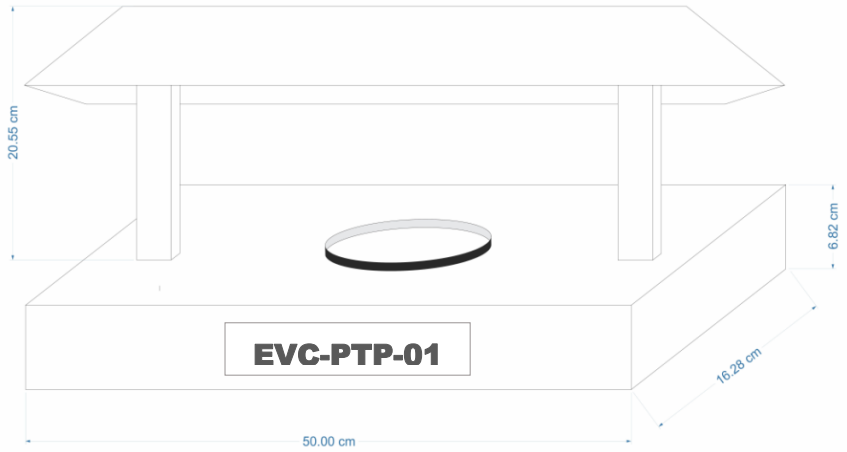
3.3.1.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)**

En este estudio, se empleó la técnica de Observación para recopilar los datos de peso de las placas y observar su comportamiento. Estos datos se registraron y almacenaron en una base de datos. Asimismo, se aplicó la técnica gravimétrica para determinar la concentración del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), mediante la instalación de placas en estaciones de monitoreo designadas.

Figura 2

Estación de Monitoreo del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS)



Nota. La figura 2 muestra el modelo de las estaciones de monitoreo utilizadas para medir el Polvo Atmosférico Sedimentable. Este modelo fue desarrollado específicamente para este estudio.

- **Bacterias y hongos**

Técnica:

Muestreo de aire mediante exposición de placas Petri: Consiste en exponer placas Petri con medios de cultivo específicos en diferentes puntos para recolectar hongos y bacterias presentes en el aire.

Instrumentos:

- Placas Petri: Contenedores circulares de vidrio o plástico con medios de cultivo específicos para bacterias y para hongos.
- Incubadora: Para el cultivo y crecimiento de bacterias y hongos a temperatura controlada.
- Marcador: Para etiquetar las placas Petri con la información relevante (fecha, lugar de exposición, etc.).

- **Parásitos**

Técnica:

Recolección de polvo en tubos de ensayo: Utilización de tubos de ensayo para recolectar partículas del aire que puedan contener parásitos.

Instrumentos:

- Tubos de ensayo: Contenedores de vidrio para recolectar y almacenar muestras de polvo para el análisis de parásitos.
- Microscopio óptico: Para la identificación y análisis de parásitos en las muestras recolectadas.
- Colorantes específicos: Para teñir y visualizar los parásitos bajo el microscopio.

3.3.1.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en esta investigación incluyen fichas de datos adjuntas en los anexos. Estos instrumentos son los siguientes:

- Ficha de consistencia interna del registro de datos de campo: utilizada para el monitoreo contaminantes con placa receptora.
- Ficha de matriz de asignación de código para cada placa.
- Ficha de registro de zonas pavimentadas y no pavimentadas.
- Fichas de Observación.

3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de los datos recogidos sobre el Polvo Atmosférico Sedimentable, se utilizaron modelos de gráficos y cuadros. Estos formatos visuales permiten una interpretación más intuitiva y clara de los datos, facilitando el análisis y la comparación. Los gráficos pueden ayudar a visualizar las tendencias, patrones y relaciones en los datos, mientras que los cuadros pueden proporcionar una visión detallada y organizada de los datos numéricos. La utilización de estos métodos de presentación de datos es esencial para el cumplimiento de los objetivos

de la investigación, ya que permiten una comprensión más profunda de los resultados y facilitan la comunicación de los hallazgos. Los gráficos y cuadros resultantes serán utilizados para analizar las diferencias en las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable entre las áreas pavimentadas y no pavimentadas, y para evaluar cualquier tendencia o patrón observable en los datos.

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

3.3.3.1 ESTADÍSTICOS

Para el análisis e interpretación de los datos, se empleó una evaluación estadística utilizando el software SPSS 25.0. Esto permitió obtener resultados basados en la información recopilada de los muestreos de PAS y las zonas pavimentadas registradas.

3.3.3.2 REPRESENTACIÓN

Para representar los datos en el análisis de la presente investigación, se utilizó la gráfica de barras, mediante el cual se mostró la dinámica de las dos variables estudiadas.

3.3.4 TÉCNICA DE COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis en esta investigación, se utilizó la prueba t de Student, una técnica estadística adecuada para comparar las medias de dos grupos independientes. En este caso, las concentraciones de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), bacterias, hongos y parásitos en vías pavimentadas y sin pavimentar fueron los dos grupos comparados. La prueba t de Student permite determinar si las diferencias observadas en las medias de estos grupos son estadísticamente significativas, lo que ayuda a validar la hipótesis de que las vías sin pavimentar presentan mayores concentraciones de estos contaminantes en comparación con las vías pavimentadas.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 RESULTADOS GENERALES

A. Características Generales de las Vías Pavimentadas

Las vías pavimentadas seleccionadas, representadas por la Avenida Juan Velasco Alvarado, se caracterizan por estar cubiertas con asfalto, lo que reduce significativamente la emisión de polvo al ambiente. Estas vías presentan una superficie lisa y bien mantenida, con una cantidad mínima de partículas sueltas en comparación con las vías no pavimentadas. Las áreas pavimentadas están ubicadas en zonas más urbanizadas, con una mayor densidad de tráfico vehicular y actividades comerciales. Este entorno urbano contribuye a una menor exposición directa al polvo del suelo, aunque puede haber contribuciones de otras fuentes de contaminación, como emisiones de vehículos.

B. Características Generales de las Vías No Pavimentadas

Las vías no pavimentadas, representadas por la auxiliar de la Carretera Central, son caminos de tierra o grava que carecen de una capa superficial de asfalto. Estas vías son comunes en áreas periurbanas y rurales de Pillco Marca. La falta de pavimentación hace que estas vías sean susceptibles a la generación y dispersión de polvo al ser transitadas por vehículos y peatones. Las vías no pavimentadas están asociadas con una mayor cantidad de partículas sueltas en la superficie, lo que resulta en una mayor concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS). Además, estas áreas suelen tener menor densidad de tráfico y actividades comerciales, pero una mayor exposición directa al suelo y las partículas en suspensión.

4.1.2 CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE (PAS)

La evaluación de la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) se llevó a cabo en dos periodos de 15 días cada uno, en los meses de octubre y noviembre, para un total de 30 días de monitoreo. Los datos recolectados en ambos periodos se sumaron para obtener la concentración total de PAS en cada punto de monitoreo. Esta metodología permitió obtener una visión más completa y representativa de los niveles de polvo sedimentable en las vías pavimentadas y no pavimentadas.

- En el mes de **octubre** se realizaron mediciones de sedimentación en varios puntos específicos. Los puntos PAS-ZP-01 a PAS-ZP-04 y PAS-ZNP-01 a PAS-ZNP-04 fueron monitoreados desde el 11 de octubre hasta el 27 de octubre de 2022. Los puntos en la zona protegida (PAS-ZP) mostraron incrementos menores en la sedimentación, con valores de Wpas (g/100 cm^2) variando de 0.09 a 0.56 y tasas de sedimentación (t/km^2/15 días) entre 9.00 y 56.00. En contraste, los puntos en la zona no protegida (PAS-ZNP) registraron incrementos más significativos, con valores de Wpas entre 0.11 y 1.14 y tasas de sedimentación desde 11.00 hasta 114.00 t/km^2/15 días. Estos resultados sugieren una mayor sedimentación en la zona no protegida, posiblemente debido a factores externos que afectan la estabilidad del sedimento.

Tabla 3

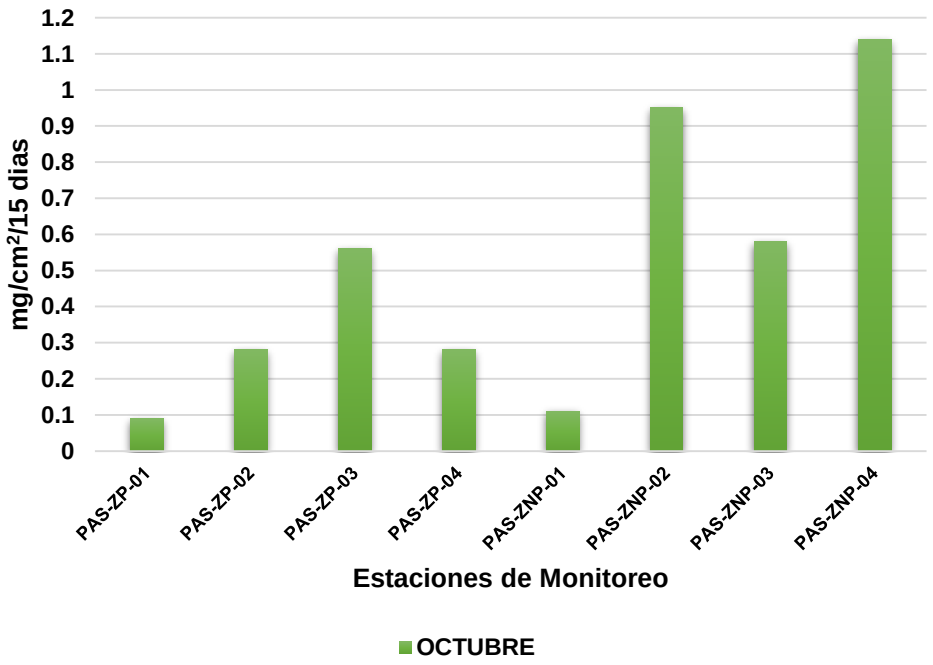
Concentración de PAS – Mes de Octubre

PUNTO	TI	TF	Wi	Wf	Wpas	C
PAS-ZP-01	11/10/2022	27/10/2022	50,15	50,24	0,09	9,00
PAS-ZP-02	11/10/2022	27/10/2022	50,00	50,28	0,28	28,00
PAS-ZP-03	11/10/2022	27/10/2022	50,08	50,64	0,56	56,00
PAS-ZP-04	11/10/2022	27/10/2022	50,09	50,37	0,28	28,00
PAS-ZNP-01	11/10/2022	27/10/2022	50.12	50.23	0.11	11.00
PAS-ZNP-02	11/10/2022	27/10/2022	50.16	51.11	0.95	95.00
PAS-ZNP-03	11/10/2022	27/10/2022	50,13	50,71	0,58	58,00
PAS-ZNP-04	11/10/2022	27/10/2022	50,15	51,29	1,14	114,00

Nota. Los datos muestran mayores concentraciones de polvo atmosférico en vías no pavimentadas.

Figura 3

Datos de concentración de PAS en el Mes de Octubre



Nota. La figura 3, presenta los datos de concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en octubre, destacando la estación PAS-ZNP-04 con la concentración más alta.

- En el mes de noviembre, se continuaron las mediciones de sedimentación en los mismos puntos específicos de la investigación anterior. Los puntos PAS-ZP-01 a PAS-ZP-04, que están ubicados en

la zona protegida, mostraron incrementos en la sedimentación con valores de Wpas (g/100 cm²) que oscilaron entre 0.09 y 0.52 y tasas de sedimentación (t/km²/15 días) que variaron entre 9.00 y 52.00. En la zona no protegida, representada por los puntos PAS-ZNP-01 a PAS-ZNP-04, se observaron incrementos más significativos en la sedimentación. Los valores de Wpas en estos puntos fluctuaron entre 0.14 y 1.24 y las tasas de sedimentación variaron de 14.00 a 124.00 t/km²/15 días. Al igual que en octubre, los resultados de noviembre indican una mayor sedimentación en la zona no protegida, sugiriendo una influencia continua de factores externos que impactan más intensamente en estas áreas en comparación con las zonas protegidas.

Tabla 4

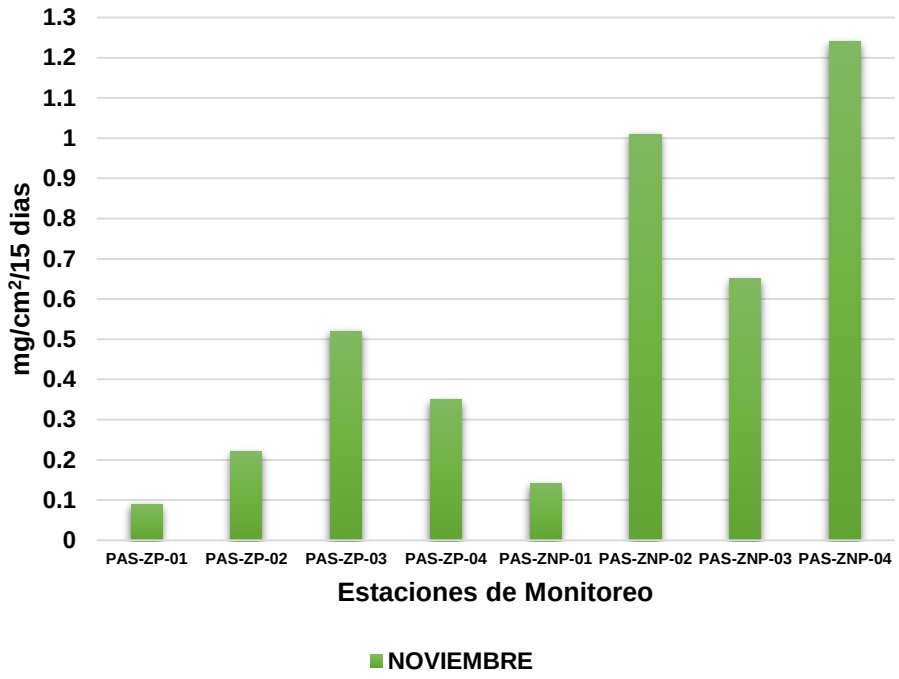
Concentración de PAS – Mes de Noviembre

PUNTO	TI	TF	Wi	Wf	Wpas	C
PAS-ZP-01	27/10/2022	12/11/2022	50,27	50,36	0,09	9,00
PAS-ZP-02	27/10/2022	12/11/2022	50,11	50,33	0,22	22,00
PAS-ZP-03	27/10/2022	12/11/2022	50,16	50,68	0,52	52,00
PAS-ZP-04	27/10/2022	12/11/2022	50,16	50,51	0,35	35,00
PAS-ZNP-01	27/10/2022	12/11/2022	50,00	50,14	0,14	14,00
PAS-ZNP-02	27/10/2022	12/11/2022	50,19	51,20	1,01	101,00
PAS-ZNP-03	27/10/2022	12/11/2022	50,20	50,85	0,65	65,00
PAS-ZNP-04	27/10/2022	12/11/2022	50,05	51,29	1,24	124,00

Nota. En la tabla 4 se muestran los datos obtenidos durante el mes de noviembre de la concentración del Polvo Atmosférico.

Figura 4

Datos de Concentración de PAS en el Mes de Noviembre



Nota. La figura 4, presenta los datos de concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en noviembre, destacando la estación PAS-ZNP-04 con la concentración más alta.

- Concentración de PAS en Vías Pavimentadas y No Pavimentadas (t/km²/30 días)

El análisis de los datos muestra que las concentraciones de PAS en las vías no pavimentadas (Auxiliar Carretera Central) oscilaron entre 25 y 238 t/km²/30 días, mientras que en las vías pavimentadas (Avenida Juan Velasco Alvarado) las concentraciones oscilaron entre 18 y 108 t/km²/30 días.

Durante los meses de octubre y noviembre, se realizaron mediciones de sedimentación en varios puntos, tanto en zonas protegidas (PAS-ZP) como en zonas no protegidas (PAS-ZNP). En las zonas protegidas, los valores mensuales de sedimentación fueron relativamente bajos, con PAS-ZP-01 registrando 18.00 t/km²/30 días, PAS-ZP-02 con 50.00 t/km²/30 días, PAS-ZP-03 con 108.00 t/km²/30 días y PAS-ZP-04 con 63.00 t/km²/30 días. En comparación, las zonas no protegidas mostraron una sedimentación significativamente mayor,

con PAS-ZNP-01 alcanzando 25.00 t/km²/30 días, PAS-ZNP-02 registrando 196.00 t/km²/30 días, PAS-ZNP-03 con 123.00 t/km²/30 días y PAS-ZNP-04 con el valor más alto de 238.00 t/km²/30 días. Estos resultados reflejan una clara diferencia en la sedimentación entre las zonas protegidas y no protegidas, sugiriendo que las áreas no protegidas están más expuestas a factores que aumentan la sedimentación, como la actividad humana y la erosión.

Tabla 5

Concentración de PAS en Vías Pavimentadas y No Pavimentadas (t/km²/30 días)

Punto	Conc. Octubre (t/km2/15días)	Conc. Noviembre (t/km2/15días)	Conc. Mensual (t/km2/30días)
PAS-ZP-01	9.00	9.00	18.00
PAS-ZP-02	28.00	22.00	50.00
PAS-ZP-03	56.00	52.00	108.00
PAS-ZP-04	28.00	35.00	63.00
PAS-ZNP-01	11.00	14.00	25.00
PAS-ZNP-02	95.00	101.00	196.00
PAS-ZNP-03	58.00	65.00	123.00
PAS-ZNP-04	114.00	124.00	238.00

4.1.3 COMPARACIÓN DE LOS DATOS DE CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE CON EL ESTÁNDAR DE CALIDAD

Las zonas no pavimentadas (PAS-ZNP) presentan valores de sedimentación significativamente más altos que las zonas pavimentadas (PAS-ZP). Esto indica que la pavimentación tiene un efecto mitigador sobre la sedimentación, pero no es suficiente para mantener los niveles dentro del ECA de 5.0 t/km²/30 días. Ambas áreas requieren estrategias de manejo y control de sedimentos más efectivas para cumplir con los estándares ambientales y minimizar el impacto negativo en el entorno.

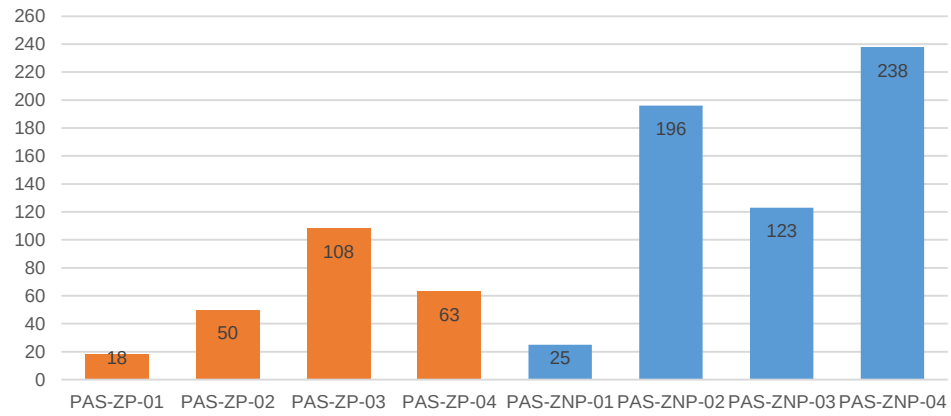
- **Zonas Pavimentadas (PAS-ZP)**: Todas las zonas pavimentadas exceden el ECA de 5.0 t/km²/30 días. El punto con menor sedimentación es PAS-ZP-01 con 18.00 t/km²/30 días, aún más de

tres veces el límite permitido. El punto con mayor sedimentación es PAS-ZP-03 con 108.00 t/km²/30 días, superando el ECA por más de veinte veces.

- **Zonas No Pavimentadas (PAS-ZNP)**: Las zonas no pavimentadas también exceden ampliamente el ECA. El punto con menor sedimentación es PAS-ZNP-01 con 25.00 t/km²/30 días, cinco veces el límite permitido. El punto con mayor sedimentación es PAS-ZNP-04 con 238.00 t/km²/30 días, que excede el ECA en casi 48 veces.

Figura 5

Comparación de la concentración del PAS con el Estándar de Calidad Ambiental



Nota. La figura 5, muestra los datos de concentración del PAS comparado con la Normativa Vigente.

4.1.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE BACTERIAS

Para demostrar uno de los objetivos planteados en la investigación, se analizó las muestras que fueron recolectadas durante el monitoreo PAS en el laboratorio:

En la tabla se observa que en la muestra con código PAS-ZNP-04 tiene la mayor presencia de la especie Geotrichum SPP con un valor de 130 UFC y la menor presencia de esta especie se dio en la muestra PAS-ZP-04 con 60 UFC.

Para el caso de la Especie Pseudomona spp, se observó que en la muestra con código PAS-ZP-02 y PAS-ZP-04 obtuvo la mayor presencia de la especie con un valor de 110 UFC y la menor presencia se obtuvo en la muestra PAS-ZP-03 con un valor de 58 UFC.

Por último, la especie Escherichia Coli tuvo mayor presencia en la muestra con código PAS-ZNP-01 con un valor de 92 UFC y la menor presencia de la especie se dio en la muestra PAS-ZP-03 con un valor de 43 UFC. Asimismo, se observa que en los puntos de monitoreo de PAS-ZP-01, PAS-ZNP-02 y PAS-ZNP-03 no se registraron datos de esta especie.

Tabla 6

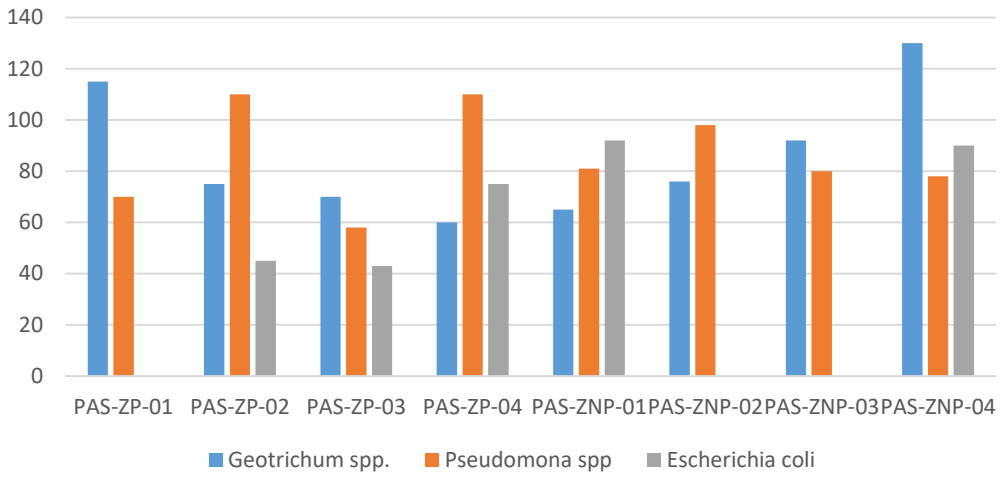
Resultados de Datos Microbiológicos con el Medio de Cultivo AGAR NUTRITIVO

N°	CÓDIGO DE LA MUESTRA	ESPECIE AISLADA	UFC
1	PAS-ZP-01	Geotrichum spp.	115
		Pseudomona spp.	70
2	PAS-ZP-02	Geotrichum spp.	75
		Pseudomona spp.	110
		Escherichia coli.	45
3	PAS-ZP-03	Geotrichum spp.	70
		Pseudomona spp.	58
		Escherichia coli.	43
4	PAS-ZP-04	Escherichia coli.	75
		Geotrichum spp.	60
		Pseudomona spp.	110
5	PAS-ZNP-01	Escherichia coli.	92
		Geotrichum spp.	65
		Pseudomona spp.	81
6	PAS-ZNP-02	Pseudomona spp.	98
		Geotrichum spp.	76
7	PAS-ZNP-03	Geotrichum spp.	92
		Pseudomona spp.	80
8	PAS-ZNP-04	Geotrichum spp.	130
		Pseudomona spp.	78
		Escherichia coli.	90

Nota. En la tabla se evidencia los resultados microbiológicos, obtenidos por el medio de cultivo de AGAR NUTRITIVO.

Figura 6

Resultados Microbiológicos – Medio de cultivo AGAR NUTRITIVO



Nota. En la figura 6 se muestran los datos analizados en el laboratorio, usando el medio de cultivo AGAR NUTRITIVO.

4.1.5 ANÁLISIS DE DATOS DE HONGOS

Se evidencia los resultados fúngicos, obtenidos por el medio de cultivo de AGAR SABORAUD, del cual se describe los siguiente:

Se evidencia en la muestra con código PAS-ZP-01 tiene la mayor presencia de la especie Aspergillus SPP con un valor de 180 UFC y la menor presencia de esta especie se dio en la muestra PAS-ZNP-02 con 78 UFC.

Para el caso de la Especie Fusarium SPP, se observó que en la muestra con código PAS-ZNP-02 se obtuvo la mayor presencia de la especie con un valor de 90 UFC y la menor presencia se obtuvo en la muestra con código PAS-ZP-01 con un valor de 50 UFC. Para la especie Pencillum SPP, la muestra con código PAS-ZNP-03 obtuvo la mayor presencia con un valor de 125 UFC y la menor presencia se obtuvo en la muestra con código PAS-ZNP-04 con un valor de 70 UFC.

Por último, la especie Rhyzopus SPP tuvo mayor presencia en la muestra con código PAS-ZNP-01 con un valor de 120 UFC y la menor presencia de la especie se dio en las muestras PAS-ZP-02 y PAS-ZP-04 con un valor de 70 UFC.

Tabla 7

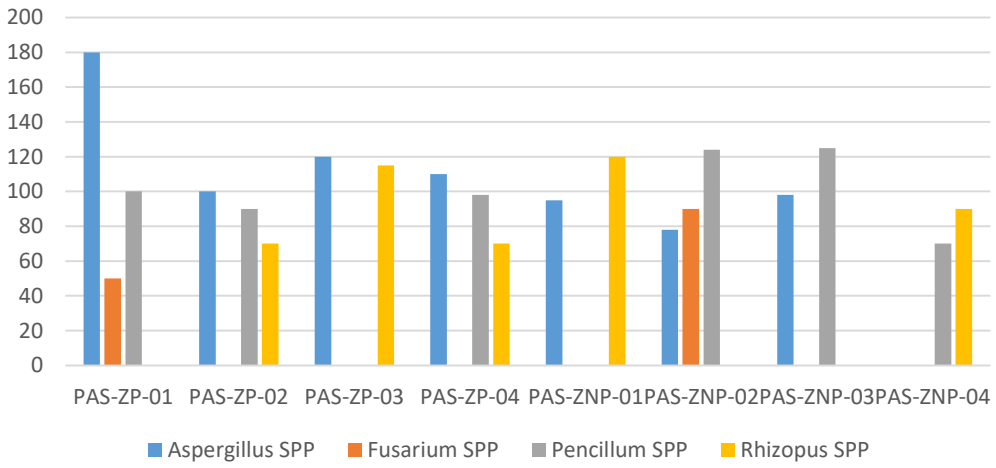
Resultado de Datos Microbiológicos con el Medio de Cultivo de AGAR SABORAUD

N°	CÓDIGO DE LA MUESTRA	ESPECIE AISLADA	UFC
1	PAS-ZP-01	Aspergillus spp.	180
		Fusarium spp.	50
		Pencillum spp.	100
2	PAS-ZP-02	Pencillum spp.	90
		Aspergillus spp.	100
		Rhizopus spp.	70
3	PAS-ZP-03	Rhizopus spp.	115
		Aspergillus spp.	120
4	PAS-ZP-04	Rhizopus spp.	70
		Pencillum spp.	98
5	PAS-ZNP-01	Aspergillus spp.	110
		Rhizopus spp.	120
		Aspergillus spp.	95
6	PAS-ZNP-02	Fusarium spp.	90
		Pencillum spp.	124
7	PAS-ZNP-03	Aspergillus spp.	78
		Pencillum spp.	125
		Aspergillus spp.	98
8	PAS-ZNP-04	Rhizopus spp. Pencillum spp.	90
			70

Nota. En la tabla 7 se evidencia los resultados microbiológicos, obtenidos por el medio de cultivo de AGAR SABORAUD.

Figura 7

Resultado de Especies Aisladas – AGAR SABORAUD



Nota. En la figura 7 se muestran los datos analizados en el laboratorio, usando el medio de cultivo AGAR SABORAUD.

4.1.6 ANÁLISIS DE PARÁSITOS

El análisis de parásitos fue una parte integral del estudio, ya que estos organismos pueden ser transportados por el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) y representar un riesgo para la salud pública. Según los resultados de los exámenes de laboratorio realizados en las muestras tomadas en los puntos de control, tanto en carreteras pavimentadas como no pavimentadas, no se encontraron huevos de parásitos. Este resultado es relevante, ya que indica que, durante el período de estudio, no se detectó la presencia de parásitos en las muestras de PAS, lo que podría sugerir un bajo riesgo de transmisión de enfermedades parasitarias a través del PAS en estas áreas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados son específicos del período de estudio y podrían variar en otros momentos del año o bajo diferentes condiciones ambientales. Además, se necesitarían más estudios para confirmar estos hallazgos y para investigar la posible presencia de otros tipos de microorganismos en el PAS.

Tabla 8

Resultado de Datos Microbiológicos con Presencia de Huevos

N°	CÓDIGO DE LA MUESTRA	PRESENCIA DE HUEVOS (SI/NO)
1	PAS-ZP-01	NO
2	PAS-ZP-02	NO
3	PAS-ZP-03	NO
4	PAS-ZP-04	NO
5	PAS-ZNP-01	NO
6	PAS-ZNP-02	NO
7	PAS-ZNP-03	NO
8	PAS-ZNP-04	NO

Nota. En la tabla 8 se evidencia los resultados si existe presencia de huevos en las muestras recolectadas del polvo atmosférico sedimentable.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1 HIPÓTESIS GENERAL

- **HG1:** El polvo atmosférico sedimentable está asociado a las vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HG0:** El polvo atmosférico sedimentable no está asociado a las vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.

Contraste de Hipótesis General:

Se realizó una prueba t para comparar las medias de polvo atmosférico sedimentable entre vías pavimentadas y sin pavimentar.

Resultado:

- Media para vías no pavimentadas: 145.50
- Media para vías pavimentadas: 59.75
- p-valor: 0.139

Conclusión: No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$). No se rechaza HG0; el polvo atmosférico sedimentable no está asociado a las vías pavimentadas y sin pavimentar.

4.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

A. Hipótesis especifica 1

- **HE1:** La concentración del polvo atmosférico sedimentable está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE0:** La concentración del polvo atmosférico sedimentable no está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.

Contraste de HE1:

Prueba t para comparar concentraciones de polvo.

Resultado:

Tabla 9

Análisis estadístico del PAS

Tipo de Vía	Media	S^2	T	p-valor
NO PAVIMENTADO	145,50	8700,96	1,706	0,139
PAVIMENTADO	59,75	1392,31		

- Media para vías no pavimentadas: 145.50
- Media para vías pavimentadas: 59.75
- p-valor: 0.139

Conclusión: No hay diferencias significativas ($p > 0.05$). No se rechaza HE0; la concentración de polvo no está asociada a las vías.

B. Hipótesis especifica 2

- **HE2:** La presencia de hongos ambientales está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE0:** La presencia de hongos ambientales no está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.

Contraste de HE2:

Pruebas de Levene y t para comparar presencia de hongos.

Resultados:

Tabla 10

Análisis estadístico de Hongos

Hongos	Tipo de Vía	Media	S^2	T	p-valor
Aspergillus spp	No Pavimentado	67.75	2117.56	-2.047	0.087
	Pavimentado	127.50	1292.25		
Fusarium spp	No Pavimentado	22.50	2025.00	0.389	0.711
	Pavimentado	12.50	625.00		
Penicillium spp	No Pavimentado	79.75	3486.00	-0.203	0.846
	Pavimentado	80.50	2322.61		
Rhizopus spp	No Pavimentado	52.50	3824.65	0.289	0.783
	Pavimentado	63.75	2256.25		

Conclusión: No hay diferencias significativas ($p > 0.05$). No se rechaza HE0; la presencia de hongos no está asociada a las vías.

C. Hipótesis especifica 3

- **HE3:** La presencia de bacterias ambientales está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.
- **HE0:** La presencia de bacterias ambientales no está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.

Contraste de HE3:

Pruebas de Levene y t para comparar presencia de bacterias.

Resultados:

Tabla 11

Análisis estadístico de Bacterias

Bacterias	Tipo de Vía	Media	S^2	T	p-valor
Geotrichum spp	No Pavimentado	90.75	807.69	0.576	0.585
	Pavimentado	80.00	583.31		
Pseudomona spp	No Pavimentado	84.25	85.84	-0.193	0.854
	Pavimentado	87.00	729.32		
Escherichia coli	No Pavimentado	23.00	2116.00	-0.401	0.702
	Pavimentado	33.25	492.27		

Conclusión: No hay diferencias significativas ($p > 0.05$). No se rechaza HE0; la presencia de bacterias no está asociada a las vías.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el período comprendido entre octubre y noviembre, se implementó un seguimiento del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) mediante la disposición de placas receptoras en diversos puntos de las vías, tanto pavimentadas como no pavimentadas. Se establecieron ocho estaciones de control para la recolección de datos relativos a la cantidad de polvo depositado en las placas. Este enfoque metodológico guarda similitud con el adoptado por Prada (2020) en su estudio, en el cual se emplearon ocho puntos de monitoreo y placas receptoras para la medición del PAS durante los meses de julio a septiembre de 2020. La correspondencia en las técnicas de muestreo refuerza la comparabilidad de los resultados y permite un análisis más detallado de las diferencias y similitudes observadas. No obstante, es crucial considerar que, a pesar de la similitud en los métodos de muestreo, las condiciones ambientales y las características particulares de las áreas de estudio pueden presentar variaciones, lo cual podría tener un impacto en los resultados obtenidos.

Los resultados de la investigación respaldan la hipótesis alternativa, que sugiere una variación significativa en la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) entre las vías pavimentadas (Carretera Central) y las no pavimentadas (Avenida Juan Velasco Alvarado). Este hallazgo se ve reforzado por la Prueba Estadística T-Student, que arrojó un valor P de 0.029, que es inferior al nivel de significancia establecido de 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa. En última instancia, se encontró evidencia que sugiere que la presencia de PAS está asociada tanto a las carreteras pavimentadas como a las no pavimentadas. Este hallazgo es relevante, ya que indica que la pavimentación de las carreteras puede no ser suficiente para reducir la concentración de PAS, y que se pueden requerir medidas adicionales para controlar la contaminación por PAS en estas áreas. Sin embargo, se necesitarían más estudios para confirmar estos hallazgos y para

investigar las posibles causas de la alta concentración de PAS en las carreteras pavimentadas y no pavimentadas.

Los hallazgos de la presente investigación se alinean con los de un estudio previo realizado por Prada (2020), que también identificó una variación considerable en la concentración de polvo atmosférico sedimentable entre carreteras asfaltadas y de losa. En el estudio de Prada, se obtuvieron valores de 0,016901 mg/cm2/mes para las carreteras asfaltadas y de 0,009539 mg/cm2/mes para las carreteras de losa. Estos datos indican que las carreteras asfaltadas presentan una mayor concentración de polvo atmosférico sedimentable en comparación con las carreteras de losa. Este hallazgo es relevante, ya que sugiere que el tipo de pavimento puede influir en la concentración de polvo atmosférico sedimentable, y que las carreteras asfaltadas podrían representar un mayor riesgo de contaminación por polvo atmosférico sedimentable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados son específicos de las áreas de estudio y podrían variar en otros contextos o bajo diferentes condiciones ambientales. Se necesitarían más investigaciones para confirmar estos hallazgos y para explorar las posibles causas de la mayor concentración de polvo atmosférico sedimentable en las carreteras asfaltadas.

Además de la evaluación del Polvo Atmosférico Sedimentable, se llevó a cabo un seguimiento para identificar las especies de hongos ambientales presentes en las áreas de estudio. Entre las especies detectadas se encontraban Aspergillus SPP, Fusarium SPP, Penicillium SPP y Rhizopus SPP. Los datos recolectados fueron sometidos a análisis mediante la prueba t de Student, considerando la distribución normal de los datos. El nivel de significación obtenido fue de 0,748, lo que llevó a la decisión de rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula. Este resultado indica que no se encontró una relación significativa entre la presencia de hongos ambientales y el tipo de carretera (pavimentada o no pavimentada). En otras palabras, la presencia de estas especies de hongos parece ser independiente del tipo de superficie de la carretera, lo que sugiere que otros factores ambientales o biológicos podrían estar influyendo en su distribución y abundancia. Sin embargo, se necesitarían más investigaciones para explorar

estos factores y entender completamente la ecología y la distribución de estos hongos en el ambiente.

Los resultados obtenidos en este estudio presentan un contraste con los hallazgos de Olivera et al. (2021), quienes identificaron la presencia de varios géneros de hongos, incluyendo Fusarium sp., Aspergillus sp., Penicillium sp., Geotrichum sp. y Candida sp., en diferentes áreas de monitoreo. Sin embargo, es importante señalar que algunos de los géneros de hongos encontrados en nuestra investigación también fueron detectados en el estudio de Olivera et al., lo que sugiere cierta consistencia en la presencia de estos hongos en diferentes entornos. A pesar de estas similitudes, la variabilidad en los géneros de hongos identificados en las diferentes áreas de monitoreo sugiere que la presencia de hongos ambientales no está necesariamente asociada con el tipo de carretera. En otras palabras, tanto las carreteras pavimentadas como las no pavimentadas pueden albergar una variedad de hongos ambientales, y otros factores, como las condiciones climáticas, la vegetación circundante y las actividades humanas, pueden influir en la diversidad y abundancia de estos hongos. Por lo tanto, se puede concluir que la presencia de hongos ambientales no está necesariamente vinculada al tipo de carretera, y que se requieren más investigaciones para entender completamente los factores que influyen en la ecología de estos hongos en el ambiente.

En el transcurso del monitoreo microbiológico, se identificaron diversas especies de bacterias ambientales tanto en las vías pavimentadas como en las no pavimentadas. Entre las especies detectadas se encontraban Geotrichum SPP, Pseudomonas SPP y Escherichia coli. Los análisis estadísticos realizados demostraron que los datos recopilados presentaban una distribución normal y varianzas homogéneas, lo que indica que los datos son adecuados para la aplicación de pruebas paramétricas. Al aplicar la prueba estadística t de Student, se obtuvo un nivel de significancia de 0.443. Este valor es mayor que el umbral convencional de 0.05, lo que llevó a la decisión de rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula. En otras palabras, los resultados sugieren que no existe una diferencia significativa en la cantidad de bacterias presentes en las vías pavimentadas en comparación con las no pavimentadas. Por lo tanto, se puede concluir que la presencia de bacterias ambientales no está necesariamente asociada con

el tipo de vía. Este hallazgo sugiere que otros factores, como las condiciones ambientales, las actividades humanas y las características del suelo, pueden estar influyendo en la diversidad y abundancia de bacterias en estas áreas.

CONCLUSIONES

Los análisis estadísticos realizados en esta investigación no encontraron una asociación significativa entre el tipo de pavimentación (vías pavimentadas o sin pavimentar) y la concentración de polvo atmosférico sedimentable, así como la presencia de bacterias y hongos ambientales en Pillco Marca, Huánuco. Por lo tanto, se puede concluir que el tipo de pavimentación no influye de manera considerable en los niveles de estos contaminantes en el área de estudio. Estos resultados proporcionan una base importante para la planificación y gestión ambiental en la región, sugiriendo que otros factores, además del tipo de pavimentación, deben ser considerados para abordar la calidad del aire y la presencia de microorganismos en el ambiente.

- **Generación de Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS):** La comparación de la concentración de PAS entre zonas pavimentadas y no pavimentadas mediante la prueba t-Student no mostró una diferencia significativa ($t = 1.706$, $p = 0.139$). Esto sugiere que la pavimentación no es un factor determinante en la variación de la concentración de PAS. Este resultado podría estar relacionado con problemas subyacentes de pérdida vegetal o desertificación que afectan tanto a las áreas pavimentadas como a las no pavimentadas.
- **Bacterias:** Para las bacterias analizadas (Geotrichum_spp, Pseudomona_spp y Escherichia_coli), no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones entre las zonas pavimentadas y no pavimentadas. Los valores p obtenidos en las pruebas t-Student fueron superiores al nivel de significancia de 0.05 en todos los casos. Estos resultados sugieren que la pavimentación no tiene un efecto significativo en las concentraciones de estas bacterias, lo que también podría estar vinculado a problemas subyacentes de pérdida vegetal o desertificación en ambas áreas.
- **Hongos:** Para los hongos analizados (Aspergillus_spp, Fusarium_spp, Penicillum_spp y Rhizopus_spp), tampoco se encontraron diferencias significativas en las concentraciones entre las zonas pavimentadas y no pavimentadas. Los valores p obtenidos en las pruebas t-Student fueron superiores al nivel de significancia de 0.05 en todos los casos. Estos

resultados indican que no hay una diferencia significativa en las concentraciones de estos hongos entre las zonas pavimentadas y no pavimentadas. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que la pavimentación no es un factor determinante en la variación de la concentración de estos hongos, y puede estar relacionado con la pérdida vegetal o desertificación en ambas áreas.

- **Parásitos:** El análisis de parásitos en el Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) no detectó huevos en muestras de carreteras pavimentadas y no pavimentadas, sugiriendo un bajo riesgo de transmisión de enfermedades parasitarias durante el período estudiado.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las recomendaciones de la siguiente investigación:

- **Monitoreo Continuo:** Implementar un programa de monitoreo continuo de las concentraciones de PAS, bacterias y hongos en diversas zonas, tanto pavimentadas como no pavimentadas. Esto ayudará a identificar tendencias a largo plazo y a evaluar el impacto de las actividades humanas y ambientales.
- **Reforestación y Restauración Vegetal:** Iniciar proyectos de reforestación y restauración de la vegetación en áreas afectadas por la pavimentación y la desertificación. La vegetación juega un papel crucial en la mitigación de la contaminación y en la mejora de la calidad del suelo y del aire.
- **Gestión del Suelo:** Desarrollar y aplicar prácticas sostenibles de gestión del suelo que incluyan la reducción de la compactación del suelo en áreas pavimentadas y la promoción de la biodiversidad del suelo en áreas no pavimentadas.
- **Educación y Concienciación:** Fomentar programas educativos para la comunidad sobre la importancia de mantener la vegetación y gestionar adecuadamente las áreas pavimentadas y no pavimentadas. La concienciación pública puede conducir a una mayor participación en la conservación del medio ambiente.
- **Investigación Adicional:** Realizar estudios adicionales para investigar otros factores que puedan estar contribuyendo a las concentraciones de PAS, bacterias y hongos. Esto puede incluir la evaluación de la calidad del aire, las fuentes de contaminación y las prácticas agrícolas en las áreas circundantes.
- **Uso de Tecnologías Verdes:** Fomentar el uso de tecnologías verdes, como pavimentos permeables y techos verdes, que pueden ayudar a mitigar los efectos negativos de la pavimentación y mejorar la calidad ambiental.
- **Políticas Ambientales:** Desarrollar políticas ambientales que promuevan la reducción de la pavimentación innecesaria y la implementación de

superficies permeables que permitan una mejor infiltración del agua y una menor escorrentía superficial.

- **Evaluación de Impacto Ambiental:** Realizar evaluaciones de impacto ambiental antes de cualquier proyecto de pavimentación para identificar y mitigar posibles efectos adversos sobre la biodiversidad y la calidad del suelo y del aire.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alea, J. M. (2014). *Guía para el análisis estadístico con R Commander* (p. 87). Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

Amat, J. (2016). *Análisis de normalidad: Gráficos y contraste de hipótesis*. Creative Commons.

Aragón, A. (2011). *¿Cómo son las partículas atmosféricas antropogénicas y cuál es su relación con los diversos tipos de fuentes contaminantes?* Palibrio.

Bravo, L. L. (2017). *Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del cantón Portovelo* [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Cuenca]. Repositorio Universidad de Cuenca.

Castro, M. P. (2019). *Evaluación de la contaminación del aire ocasionado por el polvo atmosférico sedimentable mediante el método de placas receptoras en el área urbana del centro poblado de Paragsha - Región Pasco, agosto-noviembre 2017*. Repositorio UNDAC. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1989

Calua, C. E. (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]. Universidad Privada del Norte Repositorio.

CEPAL. (2003). *Congestión de tránsito: El problema y cómo enfrentarlo*. GTZ.

Chipoco, J., & Valencia, F. (2015). *Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire en una especie arbórea Schinus terebinthifolius y una rastrera Aptenia cordifolia en el condominio La Quebrada-Cieneguilla*. Universidad Agraria de la Molina.

CIV. (2001). *Manual de procedimiento de conservación de carreteras*. Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda.

Cortés, J. (2013). *Evaluación de la contaminación atmosférica en el aire ambiente de Manizales por COPS y PM10*.

Diaz, A. (2017, noviembre 22). *La contaminación atmosférica afecta a distintas enfermedades y resta años de vida*. EFE Verde. https://www.efeverde.com/noticias/contaminacion-atmosferica-afecta-enfermedades/

Franco, J. F., Rojas, N. Y., Sarmiento, O. L., Hernández, L. J., Zapata, E., Maldonado, A., ... Behrent, E. (2009). *Distritales ubicados en vías con alto tráfico vehicular en la ciudad de Bogotá: Estudio piloto*. Universidad de Antioquia.

García, N., Araujo, I., Fernández, M., Salcedo, W., Cárdenas, C., Fernández, J., ... Angulo, N. (2005). *Calidad microbiológica y fisicoquímica del aire en tres laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*. Ciencia, 182-192.

Garraín, D., & Vidal, R. (2007). *Efectos nocivos sobre la calidad del aire provocados por las carreteras españolas*. Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.

GOREHCO. (2016). *Análisis de situación de salud del departamento de Huánuco 2016*. DIRESA.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hernandez, C. (2009). *Polvo sedimentable, asma bronquial y enfermedades respiratorias agudas en San Antonio de los Baños*. Revista Habanera de Ciencias Médicas.

Hurtado, B. A. (2017). *Polvo atmosférico sedimentable y su influencia en la salud de los trabajadores de la obra: Ampliación y mejoramiento del*

sistema de agua potable y alcantarillado del Pillco Marca - Huánuco, octubre-noviembre 2017 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Universidad de Huánuco Repositorio.

Huarancca, A. (2018). *Manejo y gestión de la calidad de aire monitoreando constantemente la Carretera Central*. Universidad Nacional de Educación.

IDEAM. (2012). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia*.

Inche, J. L. (2004). *Gestión de la calidad del aire: Causas, efectos y soluciones*.

INEI. (2013, septiembre 24). *Aumentan niveles de contaminación del aire*. https://www.gob.pe/institucion/pcm/noticias/11043-inei-aumentan-niveles-de-contaminacion-del-aire

López, S. J., & Martin, S. C. (2017). *Elaboración de inventario de focos contaminantes*. Gestión Ambiental. https://books.google.com.pe/books/about/UF1941_Elaboraci%C3%B3n_de_inventarios_de_fo.html?id=07BWDwAAQBAJ

Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., Mamani, D., & Valderrama, A. (2008). *Estudio corporativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos - Lima*. Investigación CEDIT, 49-58.

Martinez de Osés, F. X. (2003). *Meteorología aplicada a la navegación*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Merriam-Webster. (2010, agosto 13). *Pollution - Definición de pollution*. http://www.merriam-webster.com/dictionary/pollution

Mhelcic, J. R., & Zimmerman, J. B. (2012). *Ingeniería ambiental: Fundamentos, sostenibilidad, diseño*. Alfaomega.

MINAM. (2014). *Informe nacional de la calidad del aire 2013-2014*. Dirección General de Calidad Ambiental. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf

MINAM. (2016). *Informe nacional de la calidad del aire 2013-2014*. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf

Ngangmo Yannick Cédric, M. C., Mah Serges Charitos, & Monkam David. (2023). *Using a Gaussian model to estimate the level of particle matter concentration on paved and unpaved roads in urban environment: A case study*. Journal of Air Pollution and Health, 8(2). https://dx.doi.org/10.18502/japh.v8i2.12917

O'Keefe, B. (2018, abril 18). *Más del 95% de la población mundial respira aire contaminado*. Entrevista realizada por J. Masters.

Olivera, L. B., Oré, L. E., Loarte, W. C., Oré, J. D., Garcia, G. C., & Diaz, J. R. (2021, octubre 28). *Calidad microbiológica del aire en seis áreas de la Microestación Biológica - Zoocriadero de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo Maria - Perú*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

OMS. (1992). *Comité de expertos de la OMS en especificaciones para las preparaciones farmacéuticas*. Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS*. Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2017, noviembre 30). *Lima es la ciudad más contaminada de Latinoamérica*. https://wayka.pe/lima-es-la-ciudad-mas-contaminada-de-latinoamerica/

OMS. (2019). *Contaminación atmosférica*. https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

ONU. (2017, noviembre 10). *Contaminación, automóviles y calidad del aire*. https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire

Parvej, S., Naik, D. L., Sajid, H. U., Kiran, R., Huang, Y., & Thanki, N. (2021). *Fugitive dust suppression in unpaved roads: State of the art research review*. Sustainability, 13(4), 2399. https://dx.doi.org/10.3390/SU13042399

PCM. (2001). *Estándar de calidad de aire (ECA) N° 074-2001-PCM*. PCM.

Prada, S. K. (2020). *Polvo atmosférico sedimentable producidas en vías pavimentadas con asfalto y piedra laja mediante placas receptoras en época seca y pandemia Cusco 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Universidad César Vallejo.

Puigcerver, M., & Dolors, M. (2014). *El medio atmosférico: meteorología y contaminación*. Universidad de Barcelona.

Quispe, K., Ñique, M., & Chuilin, E. (2015). *Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Ramos, L. E. (2017). *Partículas atmosféricas sedimentables en tres áreas de esparcimiento poblacional de las principales vías vehiculares del casco urbano de la ciudad de Tingo María* [Práctica pre profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Rosique, J. E., Fócil, R. L., & Cid, A. (2013). *Hongos del aire de una zona suburbana de la ciudad de Villahermosa, Tabasco*. Divulgación, 23-27.

Sanchez, I. R. (2019). *Concentración del polvo atmosférico sedimentable y su efecto en la salud de los habitantes de la ciudad de Amarilis - Huánuco 2019* [Tesis para optar el grado de Ingeniera Ambiental, Universidad de Huánuco]. Universidad de Huánuco.

Santillán, G. P., Damián, D. A., Rodríguez, M. V., Torres, S. H., Cargua, F. E., & Torres, S. M. (2016). *Estimación del grado de contaminación de material particulado atmosférico y sedimentable en el laboratorio de servicios ambientales de la UNACH*. Universidad Nacional de Chimborazo.

SENAMHI. (2016). *Estudio de la contaminación del aire por contaminantes sólidos sedimentables (CSS) utilizando el método de placas*. SENAMHI Huánuco.

SENAMHI. (2016). *Reporte de cumplimiento misional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

Sepedding, D. J. (2012). *Contaminación atmosférica*. Reverté.

Soto, J. J. (2015). *Determinación de la calidad del aire por material particulado (PM 10), en una vía pavimentada (Av. Antonio Maya de Brito) y una vía no pavimentada (Av. Colonización) en el distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo - Ucayali* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Universidad Nacional de Ucayali.

Tam, J., Vera, G., & Oliveros, R. (2008). *Tipos, métodos y estrategias de investigación científica*. FAO/IAEA.

Vargas, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla.

Hong, S., Yoo, H., Cho, J.-G., Yeon, G., & Kim, I. (2022). *Characteristics of resuspended road dust with traffic and atmospheric environment in South Korea*. Atmosphere, 13(8), 1215. https://dx.doi.org/10.3390/atmos13081215

Grober, P. P. (2015). *Determinación de la calidad del aire por material particulado (PM10), en una vía pavimentada (Av. Antonio Maya de Brito) y una vía no pavimentada (Av. Colonización) en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo - Ucayali*. http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2238

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Camones Baldeon, B. (2024). *Evaluación de la concentración del polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. http.//...

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Problema Principal: ¿Qué incidencia tiene la concentración de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022? **Problemas Secundarios:** • ¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable en vías	**Objetivo General:** Determinar el nivel de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022. **Objetivos Específicos:** • Determinar de polvo atmosférico sedimentable en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022. • Determinar la presencia de hongos ambientales en	**Hipótesis General:** El polvo atmosférico sedimentable está asociado a las vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco. **Hipótesis Especificas:** **Primera Hipótesis** **H_1**.- La concentración del polvo atmosférico sedimentable está asociada a vías pavimentadas y sin	**Variable Dependiente** Concentración del polvo atmosférico sedimentable. **Variable independiente** Pavimentación en el distrito de Pillco Marca, Huánuco	**Para la Variable dependiente:** Nivel de PAS **Para la variable Independiente** Vías pavimentadas y sin pavimentar de Pillco Marca, Huánuco.	**Tipo de la Investigación.** **Enfoque:** La investigación presenta un enfoque cualitativo. **Población y Muestra.** **Población:** Se consideró las vías públicas pavimentadas y no pavimentadas del Pillco Marca. **Muestra:** Se consideró 8 puntos. **Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos:**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022? • ¿Existe la presencia de hongos ambientales en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022? •¿Existe la presencia de bacterias en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022?	vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022. • Determinar la presencia de bacterias ambientales en vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco, 2022.	pavimentar, Pillco Marca- Huánuco. **Segunda Hipótesis** **H_2**- La presencia de hongos ambientales está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco. **Tercera Hipótesis** **H_3.-**. La presencia bacterias ambientales está asociada a vías pavimentadas y sin pavimentar, Pillco Marca- Huánuco.			La técnica para realizarse en la presente investigación es la Observación ya que se adjuntarán datos de los pesos tomados en las placas para su posterior observación de su comportamiento siendo estos registrados en una base de datos. **Instrumentos:** •Ficha de consistencia interna del registro de datos de campo: monitoreo del PAS con placa receptora. •Ficha de matriz de asignación de código para cada placa receptora. •Ficha de registro de zonas pavimentadas y no pavimentadas. •Fichas de Observación.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
					Técnicas para el procesamiento y análisis de la información: Uso de los siguientes Software: • Microsoft Excel. • IBM SPSS Satisfice 22.0 • AutoCAD 2016

ANEXO 2

CONSISTENCIA INTERNA DEL REGISTRO DE DATOS DE CAMPO: MONITOREO DEL PAS CON PLACA RECEPTORA

Título de la Investigación: "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022"

Dirección:..……..

Referencia:……..…….……

Estación:

Identificación:……..…

Coordenadas:…….……....

Altura del punto de monitoreo:……..….

Instalación de Placa:

Fecha:……..

Hora:…….....

Tiempo de Inicio: ……..

Peso inicial de la placa:……

Estado de la placa:

Óptima ( )

Deficiente ( )

Retiro de Placa:

Fecha:……..

Hora: ……

Peso final de la Placa (gr):…….

Estado de la placa: ……..

Muestra:

Muestreado por:…….....Firma……

Verificado por: :……...Firma……

Transporte:

Entregado por: :…….....Firma…….

Recibido por…:…….…….....Firma…….

Laboratorio:

Encargado de la medición:…….……Firma……

Responsable de la verificación: ……..……..…….Firma……

ANEXO 3

MATRIZ DE CODIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MUESTREO PARA EL MÉTODO DE PLACAS RECEPTORAS

Título de la Investigación: "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022"

Instrucciones. Al personal técnico especialista, se solicita registrar en cada placa receptora el código correspondiente en el momento de la instalación en el punto de monitoreo y muestreo.

N° Orden	**Ubicación del Punto de Muestreo**	**Coordenadas UTM WGS 84**	**Placas**		
			Código Setiembre	**Código** Octubre	**Código** Noviembre
1					

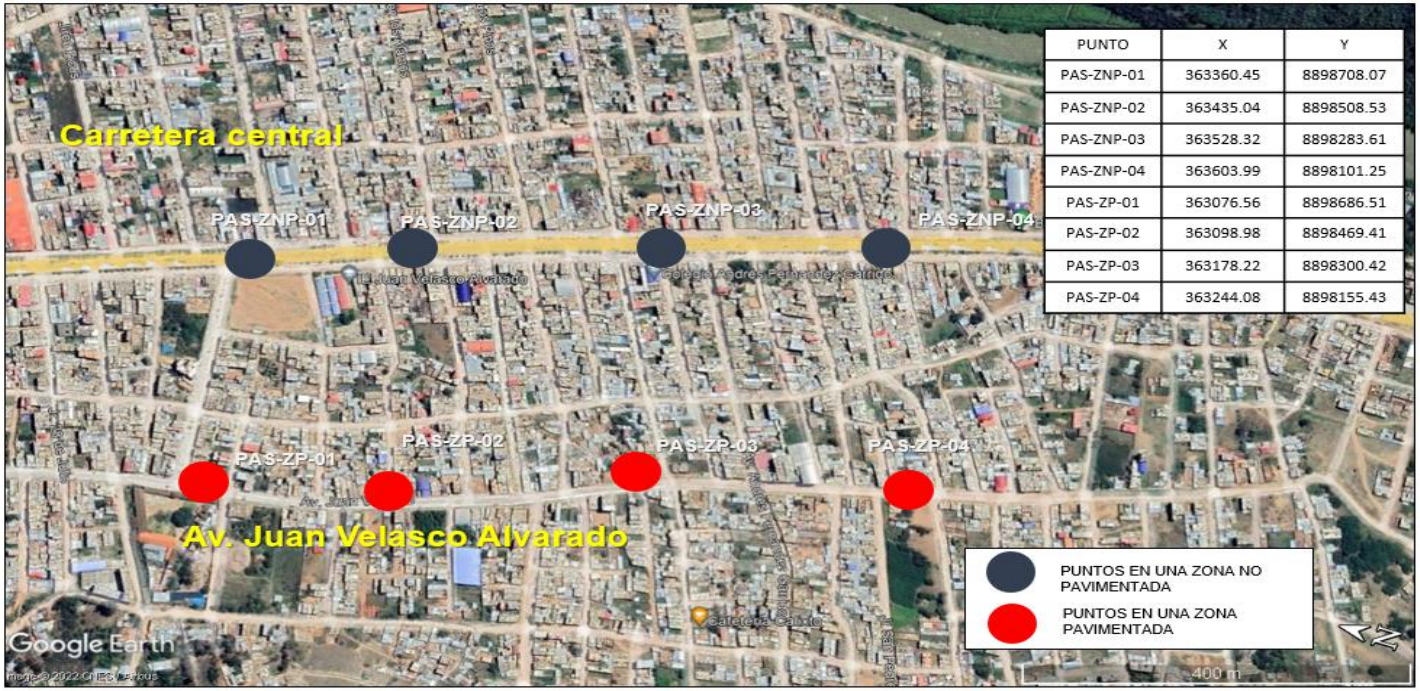
Fecha: ……..

Nombre del personal responsable:……

Firma:……

ANEXO 4

PLANOS DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DEL PAS



PUNTO	X	Y
PAS-ZNP-01	363360.45	8898708.07
PAS-ZNP-02	363435.04	8898508.53
PAS-ZNP-03	363528.32	8898283.61
PAS-ZNP-04	363603.99	8898101.25
PAS-ZP-01	363076.56	8898686.51
PAS-ZP-02	363098.98	8898469.41
PAS-ZP-03	363178.22	8898300.42
PAS-ZP-04	363244.08	8898155.43

PROYECTO

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE Y SU INFLUENCIA CON LA PAVIMENTACIÓN EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO, 2022

NOMBRE DEL PLANO		
DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	PILLCO MARCA, HUÁNUCO	LÁMINA A-1

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DEL PAS EN VIAS NO PAVIMENTADAS – AVENIDA JUAN VELASCO ALVARADO

Instalación de la Estación PAS-ZNP-01 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

Instalación de la Estación PAS-ZNP-01 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

Instalación de la Estación PAS-ZNP-02 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

Instalación de la Estación PAS-ZNP-02 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

Instalación de la Estación PAS-ZNP-03 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

Instalación de la Estación PAS-ZNP-03 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

Instalación de la Estación PAS-ZNP-04 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

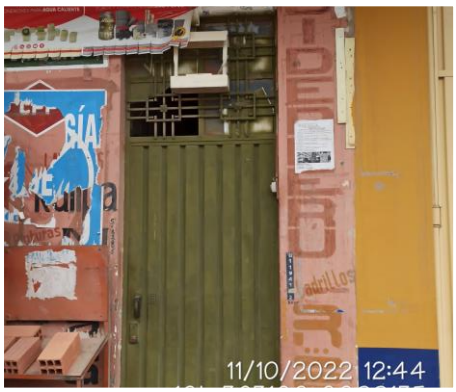
Instalación de la Estación PAS-ZNP-04 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Avenida Juan Velasco Alvarado

INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DEL PAS EN VIAS PAVIMENTADAS – CARRETERA CENTRAL

Instalación de la Estación PAS-ZP-01 de Monitoreo del PAS, ubicada en la CCarretera Central

Instalación de la Estación PAS-ZP-01 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central

Instalación de la Estación PAS-ZP-02 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central.



Instalación de la Estación PAS-ZP-02 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central.

Instalación de la Estación PAS-ZP-03 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central.

Instalación de la Estación PAS-ZP-03 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central.

Instalación de la Estación PAS-ZP-04 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central

Instalación de la Estación PAS-ZP-04 de Monitoreo del PAS, ubicada en la Carretera Central

RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DEL PAS EN VIAS NO PAVIMENTADAS – AVENIDA JUAN VELASCO ALVARADO

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-01. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-01. Dia: 12/11/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-02. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-02. Dia: 12/11/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-03. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-03. Dia: 12/11/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-04. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZNP-04. Dia: 12/11/2022.

RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DEL PAS EN VIAS PAVIMENTADAS – CARRETERA CENTRAL

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-01. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-01. Dia: 12/11/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-02. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-02. Dia: 12/11/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-03. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-03. Dia: 12/11/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-04. Dia: 27/10/2022.

Recolección de la Muestra del PAS con codigo PAS-ZP-04. Dia: 12/11/2022.

ACOMPAÑAMIENTO DE JURADOS DE INVESTIGACION EN EL MONITOREO DEL PAS

Acompañamiento del Microbiologo Rolando Duran, asesor de investigacion.

Acompañamiento del Microbiologo Rolando Duran, asesor de investigacion.

RECOLECCIÓN DE BACTERIAS CON MEDIO DE CULTIVO EN VIAS NO PAVIMENTADAS – AVENIDA JUAN VELASCO ALVARADO

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZP-01. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZP-01. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZP-02. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZP-02. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZP-03. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZP-03. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZP-04. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZP-04. Dia: 13/10/2022.

RECOLECCIÓN DE BACTERIAS CON MEDIO DE CULTIVO EN VIAS PAVIMENTADAS – CARRETERA CENTRAL

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZNP-01. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZNP-01. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZNP-02. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZNP-02. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZNP-03. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZNP-03. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR NUTRITIVO en la Estación PAS-ZNP-04. Dia: 13/10/2022.

Recolección de Bacterias con el Medio de AGAR SABORAUD en la Estación PAS-ZNP-04. Dia: 13/10/2022.

ANEXO 6

RESULTADOS DE LABORATORIO

HOSPITAL CARLOS SHOWING FERRARI

PERÚ Ministerio de Salud

LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS Y PATOLÓGICOS

INFORME DE ENSAYO N°01: ANÁLISIS DE POLVO ATMOSFÉRICO

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN

1.1. Datos del solicitante: CAMONES BALDEON BRIAN
1.2. INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022
1.3. Datos del servicio: Determinar la presencia de organismos bacterianos.
1.4. Características a evaluar: Organismos bacterianos y su número de colonias.
1.5. Medio de cultivo: AGAR NUTRITIVO.
Fecha: 17 de Octubre de 2022.

2. EVALUACIÓN

2.1. Muestreo: La muestra consiste en placas petri con medio de cultivo y fue recolectada por Camones Baldeon Brian, con la supervisión del director del Laboratorio.

Nº	CODIGO DE LA MUESTRA	ESPECIE AISLADA	UFC
1	PAS-ZP-01	Geotrichum spp. -pseudomona spp.	115 70
2	PAS-ZNP-01	Escherichia coli. Geotrichum spp. Pseudomona spp.	92 65 81
3	PAS-ZP-02	Geotrichum spp. Pseudomona spp. Escherichia coli.	75 110 45
4	PAS-ZNP02	Pseudomona spp. Geotrichum spp.	98 76
5	PAS-ZP-03	Geptrichum spp. Pseudomona spp. Escherichia coli.	70 58 43
6	PAS-ZNP-03	Geotrichum spp. Pseudomona spp.	92 80
7	PAS-ZP-04	Escherichia coli. Geotrichum spp. Pseudomona spp.	75 60 110
8	PAS-ZNP-04	Geotrichum spp. Pseudomona spp. Escherichia coli.	130 78 90

- Se hizo la recepción de placas con crecimiento bacteriano

Huánuco, 20 de Octubre del 2022

LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS Y PATOLÓGICOS

INFORME DE ENSAYO N°02: ANÁLISIS DE POLVO ATMOSFÉRICO

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN

1.1. Datos del solicitante: CAMONES BALDEON BRIAN
1.2. INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022
1.3. DATOS DEL SERVICIO: Determinar la presencia de organismos fúngicos.
1.4. CARACTERÍSTICAS A EVALUAR: Organismos fúngicos y su número de colonias.
1.5. MEDIO DE CULTIVO: AGAR SABORAUD.
1.6. FECHA DE MUESTREO: 17 de Octubre de 2022.

2. EVALUACIÓN

2.2. Muestreo: La muestra consiste en placas petri con medio de cultivo y fue recolectada por Camones Baldeon Brian, con la supervisión del director del Laboratorio.

Nº	CODIGO DE LA MUESTRA	ESPECIE AISLADA	UFC
1	PAS-ZP-01	Aspergillus spp. Fusarium spp. Pencillum spp.	180 50 100
2	PAS-ZNP-01	Rhizopus spp. Aspergillus spp.	120 95
3	PAS-ZP-02	Penicilium spp Aspergillus spp. Rhizopus spp.	90 100 70
4	PAS-ZNP02	Fusarium spp Penicilum spp. Aspergillus spp	90 124 78
5	PAS-ZP-03	Rhyzopus spp Aspergillus spp	115 120
6	PAS-ZNP-03	Pencillum spp. Aspergillus spp.	125 98
7	PAS-ZP-04	Rhyzopus spp. Pencillum spp. Aspergillus spp.	70 98 110
8	PAS-ZNP-04	Rhyzopus spp. Penicilium spp	90 70

Huánuco, 20 de Octubre del 2022

BIGO. ALEJANDRA R. DURAN NIEVA
CBP-2063

LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS Y PATOLÓGICOS

INFORME DE ENSAYO N°02: ANÁLISIS DE POLVO ATMOSFÉRICO

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN

1.1. Datos del solicitante: CAMONES BALDEON BRIAN
1.2. INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA- HUÁNUCO, 2022
1.3. DATOS DEL SERVICIO: Determinar la presencia de organismos fúngicos.
1.4. CARACTERÍSTICAS A EVALUAR: Organismos fúngicos y su número de colonias.
1.5. MEDIO DE CULTIVO: AGAR SABORAUD.
1.6. FECHA DE MUESTREO: 17 de Octubre de 2022.

2. EVALUACIÓN

2.2. Muestreo: La muestra consiste en placas petri con medio de cultivo y fue recolectada por Camones Baldeon Brian, con la supervisión del director del Laboratorio.

Nº	CODIGO DE LA MUESTRA	ESPECIE AISLADA	UFC
1	PAS-ZP-01	Aspergillus spp. Fusarium spp. Pencillum spp.	180 50 100
2	PAS-ZNP-01	Rhizopus spp. Aspergillus spp.	120 95
3	PAS-ZP-02	Penicilium spp Aspergillus spp. Rhizopus spp.	90 100 70
4	PAS-ZNP02	Fusarium spp Penicilum spp. Aspergillus spp	90 124 78
5	PAS-ZP-03	Rhyzopus spp Aspergillus spp	115 120
6	PAS-ZNP-03	Pencillum spp. Aspergillus spp.	125 98
7	PAS-ZP-04	Rhyzopus spp. Pencillum spp. Aspergillus spp.	70 98 110
8	PAS-ZNP-04	Rhyzopus spp. Penicilium spp	90 70

Huánuco, 20 de Octubre del 2022

LABORATORIO
INFORME DE ENSAYO N°04: ANÁLISIS DE POLVO ATMOSFÉRICO

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN

1.1. Datos del solicitante: CAMONES BALDEON BRIAN
1.2. INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE EN VÍAS PAVIMENTADAS Y SIN PAVIMENTAR, PILLCO MARCA-HUÁNUCO, 2022
1.3. Datos del servicio: Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable.
1.4. Características a evaluar: Concentración de polvo atmosférico sedimentable.
Fechas: Octubre y noviembre de 2022.

2. EVALUACIÓN

2.1. Muestreo: La muestra consiste en placas de vidrio con polvo y fue recolectada por Camones Baldeon Brian, con la supervisión del director del Laboratorio.

TABLA N°1: Concentración Mensual del Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS).

PUNTO	DISTRITO	UTM X	UTM Y	ALTITUD	OCTUBRE						NOVIEMBRE					
					T_{NCIAL} (g)	T_{FINAL}(g)	W_{INCIAL}L(g)	W_{FINAL} (g)	W_{pas}	C_{PAS} Tn/Km²/15dias	T_{NCIAL} (g)	T_{FINAL}(g)	W_{INCIAL}L(g)	W_{FINAL} (g)	W_{pas}	C_{PAS} Tn/Km²/15dias
PAS-ZP-01	PILLCO MARCA	362636	8900319	1917	11/10/2022	27/10/2022	50,15	50,24	0,09	9,00	27/10/2022	12/11/2022	50,27	50,36	0,09	9,00
PAS-ZP-02	PILLCO MARCA	362928	8899206	1931	11/10/2022	27/10/2022	50,00	50,28	0,28	28,00	27/10/2022	12/11/2022	50,11	50,33	0,22	22,00
PAS-ZP-03	PILLCO MARCA	363181	8898344	1960	11/10/2022	27/10/2022	50,08	50,64	0,56	56,00	27/10/2022	12/11/2022	50,16	50,68	0,52	52,00
PAS-ZP-04	PILLCO MARCA	363440	8897615	1976	11/10/2022	27/10/2022	50,09	50,37	0,28	28,00	27/10/2022	12/11/2022	50,16	50,51	0,35	35,00
PAS-ZNP-01	PILLCOMARCA	362687	8900334	1913	11/10/2022	27/10/2022	50,12	50,23	0,11	11,00	27/10/2022	12/11/2022	50,00	50,14	0,14	14,00

BIGO, ALEXANDER R. DURAN NIEVA
CBP 2068

PUNTO	DISTRITO	UTM X	UTM Y	ALTITUD	OCTUBRE						NOVIEMBRE					
					$T_{INICIAL}$ (g)	T_{FINAL}(g)	$W_{INICIAL}$(g)	W_{FINAL} (g)	W_{pas}	C_{PAS} Tn/Km²/15dias	$T_{INICIAL}$ (g)	T_{FINAL}(g)	$W_{INICIAL}$(g)	W_{FINAL} (g)	W_{pas}	C_{PAS} Tn/Km²/15dias
PAS-ZNP-02	PILLCOMARCA	363176	8899139	1928	11/10/2022	27/10/2022	50,16	51,11	0,95	95,00	27/10/2022	12/11/2022	50,19	51,20	1,01	101,00
PAS-ZNP-03	PILLCOMARCA	363449	8898462	1942	11/10/2022	27/10/2022	50,13	50,71	0,58	58,00	27/10/2022	12/11/2022	50,20	50,85	0,65	65,00
PAS-ZNP-04	PILLCOMARCA	363680	8897653	1954	11/10/2022	27/10/2022	50,15	51,29	1,14	114,00	27/10/2022	12/11/2022	50,05	51,29	1,24	124,00

i $T_{INICIAL}$: Tiempo Inicial.
ii T_{FINAL}: Tiempo Final.
iii $W_{INICIAL}$: Peso Inicial.
iv W_{FINAL}: Peso Final.
v W_{PAS}: Peso del Polvo Atmosférico Sedimentable.
vi C_{PAS}: Concentración del PAS.

Huánuco, 05 de Diciembre del 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
HOSPITAL INFANTIL CARLOS SHOWING FERRARI
BIGO. ALEJANDRO R. DURAN NIEVA
CBP 2068

ANEXO 7

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PAS

Estadísticas de grupo

	Tipo_Via	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Conc_Mensual	NO PAVIMENTADO	4	145,50	93,333	46,666
	PAVIMENTADO	4	59,75	37,313	18,656

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior	Superior
Conc_Mensual	Se asumen varianzas iguales	3,484	,111	1,706	6	,139	85,750	50,257	-37,226	208,726
	No se asumen varianzas iguales			1,706	3,935	,164	85,750	50,257	-54,700	226,200

BACTERIAS

Estadísticas de grupo

	Tipo_Via	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Geotrichum_spp	NO PAVIMENTADO	4	90,75	28,418	14,209
	PAVIMENTADO	4	80,00	24,152	12,076
Pseudomona_spp	NO PAVIMENTADO	4	84,25	9,251	4,626
	PAVIMENTADO	4	87,00	27,006	13,503
Escherichia_coli	NO PAVIMENTADO	4	23,00	46,000	23,000
	PAVIMENTADO	4	33,25	22,187	11,093

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior	Superior
Geotrichum_spp	Se asumen varianzas iguales	,069	,801	,576	6	,585	10,750	18,647	-34,879	56,379
	No se asumen varianzas iguales			,576	5,848	,586	10,750	18,647	-35,168	56,668

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
									95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Pseudomona_spp	Se asumen varianzas iguales	22,337	,003	-,193	6	,854	-2,750	14,273	-37,676	32,176
	No se asumen varianzas iguales			-,193	3,695	,857	-2,750	14,273	-43,706	38,206
Escherichia_coli	Se asumen varianzas iguales	1,958	,211	-,401	6	,702	-10,250	25,536	-72,733	52,233
	No se asumen varianzas iguales			-,401	4,324	,707	-10,250	25,536	-79,100	58,600

HONGOS

Estadísticas de grupo

	Tipo_Via	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Aspergillus_spp	NO PAVIMENTADO	4	67,75	46,017	23,009
	PAVIMENTADO	4	127,50	35,940	17,970
Fusarium_spp	NO PAVIMENTADO	4	22,50	45,000	22,500
	PAVIMENTADO	4	12,50	25,000	12,500
Pencillum_spp	NO PAVIMENTADO	4	79,75	59,050	29,525
	PAVIMENTADO	4	72,00	48,194	24,097
Rhizopus_spp	NO PAVIMENTADO	4	52,50	61,847	30,923
	PAVIMENTADO	4	63,75	47,500	23,750

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior	Superior
Aspergillus_spp	Se asumen varianzas iguales	,242	,640	-2,047	6	,087	-59,750	29,194	-131,186	11,686
	No se asu			-2,	5,667	,089	-59,750	29,194	-132,215	12,715

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
	men varianzas iguales			047						
	Se asumen varianzas iguales	1,358	,288	,389	6	,711	10,000	25,739	-52,981	72,981
Fusarium_spp	No se asumen varianzas iguales			,389	4,691	,715	10,000	25,739	-57,498	77,498
	Se asumen varianzas iguales	,217	,658	,203	6	,846	7,750	38,110	-85,503	101,003
Penicillum_spp										

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Rhizopus_spp	No se asumen varianzas iguales			,203	5,768	,846	7,750	38,110	-86,418	101,918
	Se asumen varianzas iguales	1,618	,250	-,289	6	,783	-11,250	38,991	-106,658	84,158
	No se asumen varianzas iguales			-,289	5,626	,783	-11,250	38,991	-108,218	85,718