



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Concentración de polvo atmosférico sedimentable, su incidencia en la salud del  
alumnado en las instituciones educativas en Santa María – Huaura**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**Autores**

**Joel Antonio Suarez Alvarez**

**Doris Cristina Rufino Zevallos**

**Asesora**

**Dra. María del Rosario Utia Pinedo**

**Huacho – Perú**

**2025**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicarse si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

### FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS

### ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

#### INFORMACION

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Joel Antonio Suarez Alvarez	75123514	19-12-2024
Doris Cristina Rufino Zevallos	72355050	19-12-2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Maria del Rosario Utia Pinedo	07922793	0000-0002-2396-3382
<b>DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Dr. Angel Pedro Campos Julca	15733670	0000-0002-1418-6104
Mg. Maria del Rosario Grados Olivera	15736587	0000-0002-3004-0252
Mg. Lucero Katherine Castro Tena	70837735	0000-0002-6770-8615

# 2024-088372 Suarez Alvarez Joel Antonio 2024-088...

## Concentración de polvo atmosférico sedimentable, su incidencia en la salud del alumnado en las instituciones educa...

Quick Submit

Quick Submit

Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trnoid::13101967654

Fecha de entrega  
4 dic 2024, 9:38 a.m. GMT-5

Fecha de descarga  
4 dic 2024, 10:50 a.m. GMT-5

Nombre de archivo  
BORRADOR\_DE\_TESIS\_CONCENTRACION\_DE\_POLVO\_ATMOSFERICO.pdf

Tamaño de archivo  
4.8 MB

108 Páginas

16,818 Palabras

95,264 Caracteres

turnitin Página 1 of 121 - Portada

Identificador de la entrega trnoid::13101967654

turnitin Página 2 of 121 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trnoid::13101967654

## 20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Exclusiones

- N° de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 20% Fuentes de Internet
- 7% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlos de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Martha Zevallos y a mi padre Tomas Rufino por inculcarme valores y brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mis años académicos. A mis hermanos por siempre brindarme sus sabios consejos que me ayudaron para forjarme en la vida. A Leopoldo y Benjamín por haber sido mi motivo de seguir adelante y esforzarme día a día, por siempre haber estado a mi lado en cada noche de estudio. Y por último a mi compañero de tesis Joel por motivarme a lograr mis objetivos, por ayudarme a superar los obstáculos y alentarme cada vez que pensaba que no podía más.

*Doris Cristina Rufino Zevallos*

## **DEDICATORIA**

A mi padre Herber Suarez y a mi madre Vilma Alvarez por guiarme por buenos valores y brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mis años académicos. A mis hermanas por siempre brindarme sus sabios consejos que me ayudaron para forjarme en la vida. Y por último a mi compañera de tesis Doris por animarme a lograr mis objetivos, por brindarme su ayudarme incondicional a sobrepasar los obstáculos con sus sabios consejos.

*Joel Antonio Suarez Alvarez*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a nuestro padre celestial y Jesucristo por brindarnos paz en momentos de angustia, por fortalecernos y escuchar nuestras oraciones y brindarnos amor. A nuestros padres por forjarnos en nuestra vida e inculcarnos el bien y el luchar por nuestros objetivos. A nuestra asesora por su arduo apoyo en realizar el presente proyecto, por las recomendaciones y sugerencias brindadas. A los ingenieros que nos apoyaron a validar las encuestas y nos brindaron sus sabios consejos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.5. Delimitación del estudio.....	4
1.5.1. Delimitación territorial.....	4
1.5.2. Delimitación espacial.....	4
1.5.3. Delimitación temporal.....	5
1.5.4. Delimitación social.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6



2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	8
2.2.	Bases Teóricas.....	9
2.2.1.	Contaminación atmosférica.....	9
2.2.2.	Fuentes de contaminación atmosférica.....	10
2.2.3.	Clasificación de los contaminantes atmosféricos.....	10
2.2.4.	Material particulado.....	12
2.2.5.	Polvo atmosférico sedimentable (PAS) .....	13
2.2.6.	Material Particulado grueso (PM10).....	13
2.2.7.	Material Particulado fino (PM2.5) .....	13
2.2.8.	Factores influyentes en el transporte y dispersión del material particulado..	14
2.2.9.	Efectos del material particulado en la salud.....	15
2.2.10.	Infecciones respiratorias agudas (IRA).....	17
2.2.11.	Normativa nacional e internacional.....	17
2.3.	Definición de términos básicos.....	18
2.4.	Hipótesis de investigación.....	19
2.4.1.	Hipótesis general.....	19
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	20
2.5.	Operacionalización de las variables.....	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		22
3.1.	Diseño metodológico.....	22
3.1.1.	Tipo de investigación.....	22
3.1.2.	Nivel de investigación.....	22
3.1.3.	Enfoque.....	22
3.2.	Población y muestra.....	22

3.2.1.	Población.....	22
3.2.2.	Muestra.....	22
3.3.	Técnicas de recolección de datos.....	24
3.3.1.	Monitoreo atmosférico.....	24
3.3.2.	Cuestionario.....	26
3.3.3.	Frecuencia de las IRA.....	26
3.3.4.	Materiales e insumos.....	27
3.4.	Técnicas para el procedimiento de la información.....	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		29
4.1.	Análisis de recopilación de datos de las IRA.....	29
4.2.	Comparación del polvo atmosférico sedimentable (PM).....	29
4.3.	Análisis de los cuestionarios realizados a los estudiantes de las tres instituciones educativas del Distrito de Santa María.....	31
4.4.	Contrastación de hipótesis.....	52
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....		54
5.1.	Discusión de los resultados.....	54
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		57
6.1.	Conclusiones.....	57
6.2.	Recomendaciones.....	58
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS.....		59
7.1.	Fuentes bibliográficas.....	59
ANEXOS.....		65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de contaminantes atmosféricos.....	11
Tabla 2 Estándar de Calidad de aire.....	18
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	21
Tabla 4 Población de centros educativos y muestra.....	23
Tabla 5 Ubicación de las estaciones de monitoreo en los centros educativos.....	23
Tabla 6 Número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Santa María acordes a la fecha.....	29
Tabla 7 ¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosféricos?.....	31
Tabla 8 ¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de contracción de material particulado (polvo atmosférico)?.....	32
Tabla 9 ¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?.....	33
Tabla 10 ¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?.....	34
Tabla 11 ¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?.....	35
Tabla 12 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	36
Tabla 13 ¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?.....	37
Tabla 14 ¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?.....	38
Tabla 15 ¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?.....	39
Tabla 16 ¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?.....	40
Tabla 17 ¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?.....	41

Tabla 18 ¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?.....	42
Tabla 19 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	43
Tabla 20 ¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?.....	44
Tabla 21 ¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?.....	45
Tabla 22 ¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?.....	46
Tabla 23 ¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?.....	47
Tabla 24 ¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?.....	48
Tabla 25 ¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?.....	49
Tabla 26 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	50
Tabla 27 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	51
Tabla 28 Resultado de la Correlación de Rho de Spearman entre IRAs (Infecciones Respiratorias Agudas) y el Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	52
Tabla 29 Resultado de Decisión.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la zona de estudio.....	5
Figura 2 Comparación del cabello humano con las partículas del material particulado.....	12
Figura 3 Efectos del material particulado y sus efectos en el sistema respiratorio.....	16
Figura 4 Esquema del procedimiento del monitoreo de la calidad de aire.....	25
Figura 5 Esquema de procedimiento de aplicación del cuestionario.....	26
Figura 6 Esquema de la prueba estadística.....	28
Figura 7 Comparación de los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Organización Mundial de la Salud (OMS).....	30
Figura 8 Comparación de los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Organización Mundial de la Salud (OMS).....	30
Figura 9 ¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?.....	31
Figura 10 ¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de contracción de material particulado (polvo atmosférico)?.....	32
Figura 11 ¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?.....	33
Figura 12 ¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?.....	34
Figura 13 ¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?.....	35
Figura 14 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	36
Figura 15 ¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?.....	37
Figura 16 ¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?.....	38

Figura 17 ¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?.....	39
Figura 18 ¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?.....	40
Figura 19 ¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?.....	41
Figura 20 ¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?.....	42
Figura 21 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	43
Figura 22 ¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?.....	44
Figura 23 ¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?.....	45
Figura 24 ¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?.....	46
Figura 25 ¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?.....	47
Figura 26 ¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?.....	48
Figura 27 ¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?.....	49
Figura 28 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	50
Figura 29 ¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?.....	51
Figura 30 Informe de ensayo del laboratorio del punto CA -01.....	65
Figura 31 Informe de ensayo del laboratorio del punto CA -02.....	67
Figura 32 Informe de ensayo del laboratorio del punto CA -03.....	69
Figura 33 Cadena de custodia del punto CA – 01.....	71

Figura 34 Cadena de Custodia del punto CA – 02.....	72
Figura 35 Cadena de custodia del punto CA – 03.....	73
Figura 36 Certificado de calibración del equipo de monitoreo Hi – Vol.....	74
Figura 37 Certificado de calibración del equipo de monitoreo Low – Vol.....	77
Figura 38 Ficha de identificación del punto CA-01.....	79
Figura 39 Ficha de identificación del punto CA-02.....	80
Figura 40 Ficha de identificación del punto CA – 03.....	81
Figura 41 Validación de instrumento por el primer experto.....	82
Figura 42 Validación de instrumento por el segundo experto.....	83
Figura 43 Validación de instrumento por el tercer experto.....	84
Figura 44 Validación de instrumento por el cuarto experto.....	85
Figura 45 Solicitud al centro de salud Santa María.....	86
Figura 46 Solicitud al centro educativo San Bartolomé.....	87
Figura 47 Solicitud al centro educativo Luis Fabio Xammar Jurado.....	88
Figura 48 Solicitud al centro educativo María Teresa de Calcuta – Chonta.....	89
Figura 49 Indicaciones a los alumnos de la I.E. Luis Fabio Xammar sobre el desarrollo de la encuesta.....	90
Figura 50 Desarrollo de la encuesta por alumnos de la I.E. Luis Fabio Xammar.....	90
Figura 51 Charla sobre el uso de los equipos de monitoreo a alumnos de la I.E. María Teresa de Calcuta.....	90
Figura 52 Indicaciones a los alumnos de la I.E. San Bartolomé sobre el desarrollo de la encuesta.....	90
Figura 53 Desarrollo de la encuesta por alumnos de la I.E. San Bartolomé.....	90
Figura 54 Punto de monitoreo CA – 01.....	90

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable y la incidencia en la salud del alumnado en tres instituciones educativas del distrito de Santa María. **Metodología:** Esta investigación se clasificó como básica, descriptivo correlacional y mixto. La muestra fue tomada de tres instituciones educativas ubicadas en el distrito de Santa María, tomando un total de 230 alumnos. La técnica de recolección de datos incluyó un cuestionario, para el monitoreo del material particulado en 3 estaciones de monitoreo ubicados en cada una de las instituciones educativas seleccionada se instaló dos equipos Hivol y Lowvol y por último los datos sobre las enfermedades respiratorias agudas fue proporcionado por el Centro de Salud de Santa María. Se utilizó la estadística inferencial, la prueba de correlación Rho de Spearman a un intervalo de confianza al 95%, con un P valor  $< 0.05$ . **Resultados:** Basado en los resultados obtenidos mediante la prueba de correlación Rho de Spearman como parte del enfoque metodológico, se tiene:  $p - \text{valor} = 0.667$ , Nivel de significancia = 0.500. Esto indica la existencia de una correlación altamente directa entre la concentración de polvo atmosférico y la incidencia en la salud del alumnado de las instituciones educativas del distrito de Santa María. **Conclusiones:** Existe una correlación altamente directa entre las variables, además las concentraciones de polvo atmosférico afectan el rendimiento académico debido a ausencias por infecciones respiratorias que distraen a los estudiantes durante la clase.

**Palabras clave:** Material particulado, contaminación, infecciones respiratorias agudas, monitoreo.



## ABSTRACT

**Objective:** To determine the concentration of settleable atmospheric dust and its impact on the health of students in three educational institutions in the district of Santa María. **Methodology:** This research was classified as basic, descriptive correlational and mixed. The sample was taken from three educational institutions located in the district of Santa Maria, taking a total of 230 students. The data collection technique included a questionnaire, for the monitoring of particulate matter in 3 monitoring stations located in each of the selected educational institutions, two Hivol and Lowvol equipment were installed and finally the data on acute respiratory diseases was provided by the Santa Maria Health Center. Inferential statistics were used, Spearman's Rho correlation test at a 95% confidence interval, with a P value < 0.05

**Results:** Based on the results obtained by Spearman's Rho correlation test as part of the methodological approach, we have: p - value = 0.667, Significance level = 0.500. This indicates the existence of a highly direct correlation between the concentration of atmospheric dust and the incidence on the health of the student body of the educational institutions of the district of Santa Maria. **Conclusions:** There is a highly direct correlation between the variables, also atmospheric dust concentrations affect academic performance due to absences due to respiratory infections that distract students during class.

**Key words:** Particulate matter, pollution, acute respiratory infections, monitoring.

## **Introducción**

La concentración del polvo atmosférico sedimentable representa una de las principales amenazas para salud de las personas, especialmente para las áreas urbanas e industriales. Las partículas suspendidas en el aire, derivadas de actividades industriales, vehiculares y domésticas, tienen un impacto directo sobre la calidad del aire que respiramos, afectando diversos aspectos del entorno, incluyendo los espacios educativos. Las instituciones educativas no son ajenas a esta problemática, ya que la exposición continua a niveles elevados de material particulado puede derivar en problemas de salud respiratoria, generando afecciones al sistema respiratorio. En este contexto, los estudiantes se convierten en un grupo especialmente vulnerable debido a sus sistemas inmunológicos en desarrollo y su cercanía constante a fuentes de contaminación. El presente estudio se enfoca en determinar la concentración de material particulado en el aire en tres instituciones educativas ubicadas en el distrito de Santa María, y cómo esta incide en la salud de los estudiantes. A través de un análisis detallado de los niveles de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las enfermedades respiratorias observadas en la población estudiantil, se busca comprender cómo la calidad del aire impacta tanto en la salud como en el rendimiento académico de los alumnos. Esta investigación es relevante no solo para entender los efectos directos de la contaminación, sino también para generar recomendaciones que contribuyan a mitigar sus consecuencias, mejorando las condiciones de salud y aprendizaje en los entornos escolares.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La calidad del aire en la mayoría de los países del mundo presenta una buena calidad, siendo esta fundamental para la vida de los seres vivos. Sin embargo, ese panorama podría cambiar en los próximos años drásticamente, si es que no se toman acciones correspondientes para reducir la emisión de sustancias contaminantes (Méndez y Morán, 2020). Asimismo, el aumento poblacional de cada nación provoca contaminación atmosférica, debido a la gran demanda de fuentes móviles y por la falta de reglamentos técnicos vehiculares en el mundo, lo que han ocasionado que ocurra una elevada congestión vehicular y el incremento significativo de las emisiones de gases dispersados a la atmósfera, así como también las diferentes industrias, afectando de manera alarmante al aire y las personas (Castro, 2019).

La concentración de polvo atmosférico sedimentable se define por la presencia de materiales suspendidas en el aire generadas por las actividades antropogénicas, las cuales en ciertas concentraciones inciden negativamente en la salud de los seres vivos en especial provocan enfermedades respiratorias (Zhou *et al.*, 2021). Estudios realizados acerca del estado situacional de la calidad de aire en el mundo, han encontrado que las zonas con mayor población o zonas industriales y alto congestionamiento vehicular producen un mayor riesgo ambiental y son causantes de muchas enfermedades respiratorias (Feng *et al.*, 2022).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) describe que un 99% de toda la población mundial respira un aire que sobrepasa los límites de calidad establecidos, siendo las ciudades de los países con ingresos medios y bajos lo que experimentan una elevada exposición al material particulado lo que sobrepasa los umbrales recomendados, todo está generando un riesgo para la salud de las personas, ya que respiran el material particulado y dióxido de nitrógeno, se tiene al Material Particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) quién puede ingresar pulmones y entrar al torrente sanguíneo, causando problemas al sistema cardiovascular y cerebrovascular.

Durante los últimos años se ha lanzado una advertencia en América Latina y el Caribe por la mala calidad del aire (no cumplen con los niveles establecidos por la OMS), un 95% de la población está expuesta a un aire contaminado, entre las ciudades tenemos a Santiago en Chile, Ciudad de México en México, Bogotá y Medellín en Colombia, y Lima en Perú, se estima que

más de 320 000 muertes prematuras son atribuibles a esta problemáticas, además se tiene un grupo más vulnerable como son los niños, mujeres embarazadas y las personas mayores de 60 años (Pedraza, 2023).

En Perú, el aire de la ciudad de Lima es considerada como una de las más contaminadas (Santillán et al., 2021). Esta mala calidad de aire se debe principalmente al parque automotor antiguo, se resalta un valor aproximado de 90% de material particulado se genera de la combustión interna de vehículos que usan diésel, asimismo se considera a Lima una de las ciudades con el peor tráfico en América Latina (Dávila, 2024).

El distrito Santa María, está expuesta a la contaminación, debido al elevado tránsito vehicular, así como también las actividades de construcción, siendo las principales fuentes para la dispersión del material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , ocasionando así afectaciones en la salud de los ciudadanos de dicho distrito.

Hoy en día vivimos en una competencia socioeconómico e industrializado por la cual el distrito de Santa María no se aleja de la realidad al igual que muchos distritos en su consideración se ve afectado condicionalmente con el polvo atmosférico por la cual es inevitable pasar desapercibido, en este contexto socioeconómico se ven afectado los adolescentes que están en pleno desarrollo de su vida por ende pasan más tiempo en las instituciones educativas y calles que en sus casas, muchos de ellos hacen caso omiso a estas enfermedades silenciosas, por el mismo hecho de que los síntomas aparecen a lo largo de su vida o impulsando a otras enfermedades a desarrollarse a un corto tiempo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Existe una relación entre la concentración de polvo atmosférico sedimentable y la incidencia en la salud del alumnado de las instituciones educativas del distrito de Santa María?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las instituciones educativas del distrito de Santa María?
- ¿Cuál o cuáles de las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable obtenidas en las instituciones educativas del distrito de Santa María, exceden el estándar de calidad

ambiental establecido por la Organización Mundial de la Salud y el estándar de calidad ambiental peruano?

- ¿Cuál es la incidencia en la salud del alumnado debido a la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las instituciones educativas del distrito de Santa María?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la concentración de polvo atmosférico sedimentable y la incidencia en la salud del alumnado en las instituciones educativas del distrito de Santa María.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Indicar la concentración de polvo atmosférico sedimentable mediante el método gravimétrico en las instituciones educativas del distrito de Santa María.
- Comparar las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable obtenidas en las instituciones educativas del distrito de Santa María, con el estándar de calidad ambiental establecido por la Organización Mundial de la Salud y el estándar de calidad ambiental peruano.
- Indicar la incidencia en la salud del alumnado debido a la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las instituciones educativas del distrito de Santa María.

### **1.4. Justificación de la investigación**

Esta investigación es de suma importancia, ya que brinda datos sobre el estado actual de la calidad del aire en la zona de estudio, para ello se determinó las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable, estos son las diferentes partículas generadas por las diversas fuentes industriales, vehiculares u otros factores que contaminan y provocan riesgo ambiental y a la salud. Con los resultados obtenidos en el presente estudio se permitió encontrar la relación que existe entre las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable –  $PM_{10}$  y la salud del alumnado de las 3 instituciones educativas del distrito de Santa María, mediante la valoración de las dimensiones estudiadas que indicarán el tiempo donde se encuentra la mayor concentración de polvo atmosférico sedimentable –  $PM_{10}$ .

Además, se encontró y reportó el porcentaje de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el alumnado de las instituciones educativas del distrito de Santa María ocasionados

por contaminación de polvo atmosférico sedimentable – PM, de tal manera permitió comparar con los niveles establecidos por la OMS y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Además, esta investigación es relevante por los datos brindados, estos pueden ser usados para la implementación de planes de la Municipalidad distrital de Santa María y futuros estudios en pro de la mejora de calidad de aire y el control de enfermedades respiratorias.

## **1.5. Delimitación del estudio**

### **1.5.1. Delimitación territorial**

- País : Perú
- Departamento: Lima
- Provincia : Huaura
- Distrito : Santa María

### **1.5.2. Delimitación espacial**

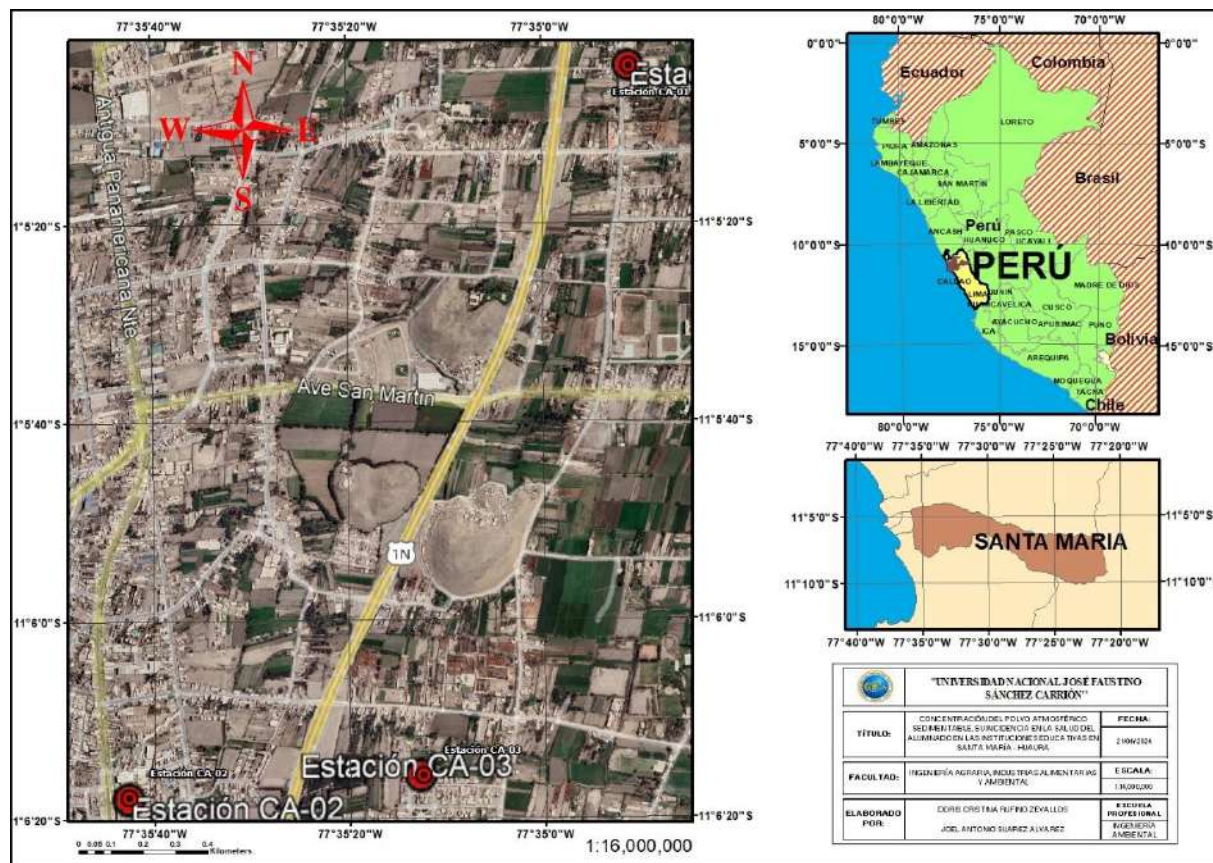
El área de estudio se ubicó en el distrito de Santa María (Figura 1), perteneciente a la provincia de Huaura, departamento de Lima, ubicada geográficamente en las coordenadas en UTM: 18L 213435.33 m y E 8775921.28 m S, altitud 43 m.s.n.m. y con una población de 36267 pobladores (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018).

Las instituciones educativas consideradas en el presente estudio, con sus respectivas coordenadas UTM son:

- 20341 Madre Teresa de Calcuta Chonta: N: 8773493 E: 218081
- Luis Fabio Xammar Jurado: N: 8771235 E: 216522
- San Bartolomé 20374: N: 8771243 E: 217463

**Figura 1**

*Ubicación de la zona de estudio*



### 1.5.3. Delimitación temporal

Esta investigación se realizó en el año 2024 en los meses de enero a junio.

### 1.5.4. Delimitación social

Esta investigación benefició a los estudiantes de los centros educativos, Luis Fabio Xammar Jurado, Madre Teresa de Calcuta Chonta y San Bartolomé, como también a la población aledaña pertenecientes al Distrito de Santa María - Provincia de Huaura.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Fernández (2022) en su investigación, buscó establecer la relación entre los niveles de concentración de material particulado atmosférico y las enfermedades cardio-respiratorias en la población de la comuna de Los ángeles en Chile. Como parte de la metodología se empleó modelos estadísticos como Poisson y Binomial Negativo; la base de datos de enfermedades fue pertenecientes al sistema respiratorio y al sistema circulatorio estas se agruparon en tres grupos etarios G1: Niños de 14 años o menos, G2: Personas de 15 a 64 años y G3: Adultos de 65 años o más; con respecto a datos del material particulado fue extraída del registro en línea del Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA). Como resultado se mostró que ante un aumento en la concentración diaria de PM10 significó un incremento en 1% y 0.3% en las hospitalizaciones y urgencia, con respecto a la concentración de PM<sub>2.5</sub> se evidencio un aumento de 3% y 2% en las consultas de urgencia en los dos primeros grupos etarios. En conclusión, existe una relación significativa entre la concentración del material particulado y las atenciones de urgencias e ingresos hospitalarios por problemas respiratorios.

Vásconez (2023) en su investigación, analizó el material particulado sedimentable y su influencia en la calidad de aire en un Centro de salud de Ecuador. Se colocaron 10 puntos de monitoreo y dos muestreadores pasivos, se usó el método gravimétrico; para el procesamiento de los datos se utilizó la estadística descriptiva como la media y la mediana, asimismo la estadística inferencial como el t-student. Los resultados evidencian en puntos ubicados en el exterior del Centro de Salud niveles altos de material particulado sedimentable con una concentración de 3.22mg/cm<sup>2</sup> por mes, sin embargo, en el interior se registró niveles de material particulado sedimentable por debajo de 0.19 mg/cm<sup>2</sup> por mes, por lo tanto, la concentración media del material particulado sedimentable si cumple con límite máximo permisible del Acuerdo Ministerial 097-A, sin embargo no cumple con los niveles de la OMS, a un nivel de confianza del 95 %. Se concluye que en el exterior del Centro de Salud existen altas concentraciones de material particulado sedimentable por lo que se elaboró un programa de prevención y corrección.



Parra – Sánchez et al. (2020) realizaron su investigación cuyo objetivo era analizar el impacto de la contaminación del aire causada por partículas  $PM_{2.5}$  y su conexión con la cantidad de consultas médicas por enfermedades respiratorias. Los datos meteorológicos y datos de contaminación fueron obtenidos por el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá en Colombia; y los reportes de los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud fueron facilitados por la Secretaría de Salud; la metodología empleada fue CRISP-DM Cross-Industry Standard Process for Data Mining. Los resultados muestran que la mayor correlación entre la concentración de  $PM_{2.5}$  y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) se presentó con un retardo de atención médica de cero y siete días, con un coeficiente de 0.097. La mayor estimación entre la concentración de  $PM_{2.5}$  y el asma se dio con un retardo de atención médica de cero días (0.117) y cinco días (0.109). Para las infecciones respiratorias agudas (IRA), se encontró una mayor valoración con un retardo de atención médica de cero días (0.082) y dos días (0.084). Se concluyó que existe una relación entre la concentración de  $PM_{2.5}$  y las atenciones por los diagnósticos de IRA, EPOC y asma, siendo el asma de mayor correlación.

Cifuentes et al. (2021) en su estudio, buscó evaluar la relación entre los niveles de contaminación ambiental por  $MP_{2.5}$  con respecto al número de consultas respiratorias de acuerdo al grupo etario y el tipo de enfermedad. La obtención de datos sobre las consultas por enfermedades respiratorias se consiguió del Departamento de Estadística e Información en Salud (DEIS) durante 2016 y 2017 en Chillán y Chillán viejo en Chile. Los datos sobre la concentración del  $MP_{2.5}$  se obtuvieron del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Se emplearon diferentes métodos estadísticos, tales como ANOVA, el test de Dickey-Fullet, y análisis inferencial basado en la correlación de Spearman y correlación cruzada. Los resultados arrojaron que la mayor cantidad de consultas por enfermedades respiratorias ocurrieron en los periodos de emergencia y alerta con  $149,7 \pm 119,7$  y  $108,6 \pm 58,7$  casos, respectivamente. Los niveles más altos en concentración de  $MP_{2.5}$  fueron los meses de emergencia durante mayo, junio y julio con valores promedios de  $210 \pm 24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $223 \pm 37,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $189 \pm 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente y alcanzando el nivel más alto de concentración en alerta con  $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los grupos etarios con mayor número de consultas fueron de 15-64 años con  $67,5 \pm 54,1$ . En conclusión, se deduce que hay una correlación entre los niveles de

contaminación por MP2.5 y la cantidad de consultas respiratorias, dependiendo del tipo de enfermedad y la edad de los pacientes.

Saffon et al. (2022) dentro de su artículo, buscaron correlacionar las concentraciones de PM<sub>10</sub> en el aire y la frecuencia de enfermedades respiratorias (asma, bronquios, rinitis e infecciones de vías aéreas) en la ciudad de Manizales, Colombia en el año 2019. Los datos fueron obtenidos del centro de Datos e Indicadores Ambientales y de la base de datos de los pacientes, la técnica usada fue de regresión lineal. Dentro de los resultados las concentraciones pasan los límites establecidos por la OMS de 15 µg/m<sup>3</sup>, con respecto a las relaciones directas entre las enfermedades las más fuertes fueron la rinitis y los bronquios en diferentes áreas de la ciudad. En dos estaciones (Gobernación y Palogrande) se evidencia una mayor relación entre el PM<sub>10</sub> y la bronquitis, asma y rinitis, siendo la última ya que tiene mayor relación ( $P < 0.05$ ,  $R^2$  superior a 59%), En la estación Milan también se observó una mayor asociación con la enfermedad de bronquios ( $P < 0.05$ ,  $R^2 = 36\%$ ). Se concluye que se pudo identificar una relación directa con algunas enfermedades respiratorias y sectores de la ciudad.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Betetta (2019) en su investigación, buscó determinar los efectos de micropartículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en la presencia de enfermedades respiratorias de los ciudadanos del distrito de Ate. La obtención de datos para las micropartículas PM<sub>10</sub> se tomaron datos de SENAMHI e INEI y del equipo Temtop Air Quality Monitor, también se recopiló datos del hospital Ate Vitarte, para el procesamiento de datos y la confirmación de hipótesis se usa una prueba no paramétrica chi cuadrado de Pearson. Los resultados muestran que los niveles máximos permisibles para el PM<sub>10</sub> son altamente superados por lo sugerido por los ECA y la OMS y el aumento del mismo trae como consecuencia el incremento del asma, dentro de las consultas realizadas se observó que está siendo influenciado por la presencia de las micropartículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Por tanto, la conclusión indica que la micropartícula PM<sub>10</sub> influye en la presencia de enfermedades respiratorias dado que  $p < 0.05$ .

Guerra y Gutty (2022) en su estudio, el objetivo es evaluar la concentración de las partículas sedimentables en los alrededores de las ladrilleras del Centro poblado, baños del Inca Cajamarca. La toma de muestra para la obtención de la concentración de las partículas sedimentables se realizó mediante el método gravimétrico, usando placas receptoras de 10cm<sup>2</sup>,

colocadas en 17 puntos de monitoreo. Los resultados muestran en 6 estaciones de monitoreo no cumplen con lo establecido en la OMS ( $0.5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), siendo el punto 7 con una mayor concentración ( $0.581 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), asimismo se observó que hay estaciones muy cercanas a lo permitido por la OMS.

Paredes y Surco (2019) en su investigación, el objetivo principal fue determinar la relación entre la concentración de material particulado  $\text{PM}_{10}$  y las enfermedades respiratorias en Arequipa, para ello utilizaron los registros obtenidos en 5 puntos de muestreos realizados por la Dirección regional de Salud en el año 2019. Para hallar la relación entre las 2 variables se usó el coeficiente de correlación de Pearson a un nivel de confianza del 95%. Los resultados presentan una correlación de 0.7709 asma, 0.8659 enfermedades obstructivas crónicas y 0.8965 bronquitis; entre el número de consultas y la concentración del  $\text{PM}_{10}$ . Además de presentar una concentración de  $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anual para el  $\text{PM}_{10}$  superado los estándares de calidad ambiental para aire de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anual. Se concluye que existe una relación positiva entre las enfermedades respiratorias tomadas y la concentración del material particulado.

Chagua (2022) en su estudio, el objetivo fue evaluar la variación temporal del material particulado y su asociación con el número de consultas por IRA en niños menores de 5 años del distrito de Jesús María para el período 2017 - 2019. Los datos se obtuvieron de los informes del Instituto Nacional de Estadística e Informática para el material particulado; los registros del Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI) para las variables meteorológicas y la base de datos del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades para el IRA y asma, para determinar el grado de asociación se utilizó a la correlación de Pearson y Spearman. Los resultados muestran que en la estación otoño e invierno del año 2019 la asociación entre el  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  y consultas por IRA presentó una correlación positiva alta ( $P < 0.01$ ;  $r = 0,648$ ;  $R^2 = 95.65 \%$ ;  $P < 0.01$ ;  $r = 0.663$ ;  $R^2 = 95.63 \%$ ). Se Concluyó que el año y la estación climática tuvieron un efecto significativo sobre la concentración del material particulado, además se asocia moderadamente con el número de consultas por asma en menores de 5 años.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Contaminación atmosférica**

La contaminación atmosférica se define como aquella condición atmosférica en el cual hay presencia en el aire de sustancias cuyas concentraciones son suficientemente altas como para producir efectos adversos en animales, plantas o materiales, estas sustancias pueden ser de origen antropogénico como naturales (Montanari et al., 2010).

La contaminación del aire es definida como la variación de la composición física y química de la atmósfera, producto de una compleja interrelación entre la fuente de emisión, los medios de transporte y dispersión de los contaminantes y por último el receptor del mismo. La emisión del contaminante varía en función a las características de la misma y las condiciones donde se genera (Echeverri, 2019).

### **2.2.2. Fuentes de contaminación atmosférica**

Las actividades humanas traen consigo el crecimiento económico, la urbanización, estas asociadas a diversas actividades como la industria, los servicios, la agroindustria y el transporte, traen como consecuencia el consumo de combustibles fósiles, emitiendo grandes volúmenes de contaminantes a la atmósfera, pudiendo dañar a la salud humana, los ecosistemas y los materiales (Romero et al., 2006).

Según Romero et al. (2006) las principales fuentes de contaminación son:

- a) Fuentes naturales: Tenemos al polvo que contiene materias biológicas, esporas, polen y bacterias, erupciones volcánicas, incendios forestales.
- b) Fuentes antropogénicas: La agricultura (uso de plaguicidas y herbicidas), procesos industriales, vehículos de motor, consumo industrial y doméstico de combustibles fósiles.

### **2.2.3. Clasificación de los contaminantes atmosféricos**

La presencia de cualquier sustancia extraña en el aire puede considerarse contaminación ya que está modificando su naturaleza. Estas sustancias pueden estar en estado sólido, líquido o gaseoso (aerosol) en cantidades y tiempos residentes suficientes para que puedan causar efectos adversos al ambiente, la salud humana y los recursos naturales (Echeverri, 2019).

Se puede clasificar a los contaminantes según su formación (Echeverri, 2019):

- a) Contaminantes primarios: Son aquellos emitidos directamente de las fuentes de contaminación y se encuentran en el ambiente en su forma y composición que fueron producidos, tales como el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC), partículas y metales pesados.
- b) Contaminantes secundarios: Son aquellos formados de reacciones químicas entre los contaminantes primarios y las condiciones atmosféricas locales, tales como los oxidantes fotoquímicos, lluvia ácida y smog.

En la Tabla 1 se muestra una clasificación de los contaminantes de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas

**Tabla 1**

*Clasificación de contaminantes atmosféricos*

<b>Atributo</b>	<b>Tipos</b>	<b>Ejemplos</b>
Composición química	Inorgánicos	Sulfatos, nitratos, amoniaco, óxidos de azufre, carbono elemental.
	Orgánicos	Compuestos orgánicos volátiles (COV), benceno, 1-3 butadieno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), dioxinas, CO, CO <sub>2</sub> .
Naturaleza física	Polvo	Partículas producidas por la desintegración mecánica de materiales sólidos.
	Aerosol	Suspensión de sólidos en el aire, partículas de 1nm a 2 μ de diámetro, capaces de permanecer suspendidas en el aire y de transportarse fácilmente con el viento.
	Humo	Material producido o la combustión incompleta de sustancias orgánicas, generalmente de tamaño menor a 15 μm.
Tamaño de la particular	Ultrafinas (0.01-0.1μm)	Producto de la condensación de gases sobresaturados, tales como SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> y NO <sub>x</sub> y directamente emitidas en procesos de combustión
	Finas (0.1-2.5μm)	Compuestos generalmente por sulfatos y nitratos de amonio y carbono orgánico secundario; sedimentan lentamente y se transportan a largas distancias.
	Partículas gruesas (3-20 μm) y grandes (>20 μm)	Partículas de suelo; contienen Al, Si, Fe, Mn, Ti, Ca, K. También se incluyen los restos de vegetales y el material producido en actividades de construcción.

Fuente: Jorquera (2015).

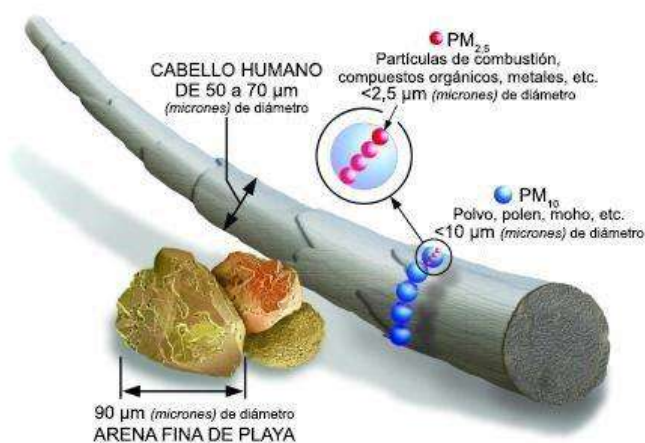
#### 2.2.4. Material particulado

Es un término que se emplea para describir aquellas materias sólidas y líquidas que se encuentran dispersas, suspendidas y arrastradas por el aire, estas se encuentran mayores a las moléculas que miden aproximadamente  $0.0002 \mu\text{m}$ , pero menores de  $500 \mu\text{m}$ , estas partículas de acuerdo a su tamaño pueden permanecer suspendidas unos segundos e incluso hasta meses, además es importante destacar también que estas partículas que se encuentran en la atmósfera sirven como núcleos de condensación que incluyen la formación de las nubes, lluvia y nieve (Wark y Warner, 2012).

Existen partículas lo suficientemente grandes y oscuras que se puede ver a simple vista (Figura 2) como por ejemplo el polvo, el hollín o el humo, asimismo hay otras los cuales son muy pequeños que solo pueden observarse a través de un microscopio (Agencia de protección ambiental de Estados Unidos [EPA], 2023).

**Figura 2**

*Comparación del cabello humano con las partículas del material particulado*



Fuente: EPA (2023).

El material particulado se emite directamente al aire mediante los procesos de combustión, incineración, construcción, la minería, la fundición y la molienda de metales. También se consideran al material particulado aquellas formadas en la atmósfera por condensación o transformación de los gases emitidos como el  $\text{SO}_2$  y los compuestos orgánicos volátiles (Oklahoma Department of Environmental Quality [DEQ], 2022).

Las partículas varían de tamaño, composición y origen, suele clasificar en función al tamaño ya que determina su transporte y remoción en el aire, así como la sedimentación del mismo en el sistema respiratorio, para ellos se define tamaño aerodinámico, como el tamaño de una esfera con las mismas propiedades, por lo cual a menor tamaño de la partícula mayor toxicidad (Jorquera, 2015).

El material particulado se puede clasificar por tamaño, el material particulado con un diámetro aerodinámico medio de masa  $<10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ; partículas grandes) pueden permanecer en el aire durante minutos y horas, pueden viajar tan solo 100 yardas o hasta 30 millas, mientras que las  $\text{PM}_{2.5}$  (partículas finas) son más livianas y pueden permanecer en el aire durante días o semanas más e incluso viajar más lejos (Pénard-Morand & Annesi-Maesano, 2024).

#### **2.2.5. Polvo atmosférico sedimentable (PAS)**

El Polvo Atmosférico Sedimentable son considerados aquellas partículas sólidas con un diámetro mayor o igual a 10 micras ( $D \geq 10\ \mu\text{m}$ ), cuya masa y tamaño esta influenciada por la fuerza gravitatoria, por lo que se pueden depositar en forma de polvo en diferentes superficies como áreas verdes, avenidas, edificios y calles, estas también pueden volver a estar en suspensión en el aire por la acción turbulenta del viento (Marcos et al., 2008).

#### **2.2.6. Material Particulado grueso ( $\text{PM}_{10}$ )**

El material particulado ( $\text{PM}_{10}$ ) son partículas gruesas inhalables que tiene un diámetro de 10 micrómetros y menores (EPA, 2023). Estas presentan un riesgo para la salud ya que son partículas finas que pueden ingresar al sistema respiratorio por inhalación y pueden acumularse en los diminutos sacos de los pulmones (DEQ, 2022) por lo que muchos países cuentan con una regulación en calidad. Las personas más vulnerables son las que se ubican en zonas urbanas con alta densidad poblacional y zonas periurbanas (Cruz et al., 2022).

#### **2.2.7. Material Particulado fino ( $\text{PM}_{2.5}$ )**

El material particulado fino ( $\text{PM}_{2.5}$ ) describe aquellas partículas que generalmente son de diámetro de 2.5 micrómetros o menos, estas partículas son la causa principal de la reducción de la visibilidad tanto en zonas urbanas como rurales, además que suponen problemas mayores, ya que pueden llegar a profundidad en los pulmones e incluso pueden llegar al torrente sanguíneo (EPA, 2023). Las partículas provenientes de la combustión son en mayoría  $\text{PM}_{2.5}$ .

Muchos estudios muestran una asociación estadística muy robusta de la mortalidad prematura usando como indicador al  $PM_{2.5}$ , por lo tanto, ante ello indica poner más atención y muchas de las ciudades del mundo aún no cuentan con el monitoreo del  $PM_{2.5}$  por lo cual se desconoce la magnitud de la contaminación (Jorquera, 2015).

### **2.2.8. Factores influyentes en el transporte y dispersión del material particulado**

Cuando el material particulado es vertido a la atmósfera se produce su dispersión y esta influye de manera decisiva en los niveles de inmisión y en el grado de contaminación que se encuentran influenciados los componentes de la biosfera. Los principales factores que van a influir en la dispersión del material particulado son los climáticos y topográficos (Massolo y German, 2022).

#### **Viento**

Cuando el aire está en calma los contaminantes no pueden dispersarse, lo que conlleva a un aumento de la concentración del contaminante, por otro lado, hay vientos fuertes y turbulentos, los contaminantes se dispersan rápidamente, lo que generará concentraciones bajas. En una estación de monitoreo cuando se producen altas concentraciones de contaminantes, los registros de viento pueden determinar la dirección general y el área de las emisiones. El instrumento que mide la velocidad del viento es el anemómetro (Queensland Government, 2023).

La dispersión de los contaminantes aumenta con la turbulencia y la velocidad del viento y su dirección orienta a las columnas de emisión (Pénard-Morand & Annesi-Maesano, 2024).

#### **Temperatura**

Un gradiente vertical de temperatura favorece el movimiento ascendente de los contaminantes del aire, en el caso de la inversión de la temperatura los contaminantes quedarán en las capas más bajas lo que provocará altas concentraciones de contaminación (Pénard-Morand & Annesi-Maesano, 2024).

#### **Humedad**

El vapor de agua en la atmósfera cumple un papel importante en muchas de las reacciones térmicas y fotoquímicas. La molécula del agua es polar y pueden unirse fuertemente a las sustancias presentes en el aire. Si las partículas suspendidas en el aire se unen al vapor de agua, puede aumentar significativamente la cantidad de luz dispersada por lo tanto pueden afectar a



la visibilidad. La cantidad de vapor de agua en el aire se en porcentaje de la presión de vapor de saturación del agua a una temperatura determinada (Queensland Government, 2023).

### **Precipitación**

La lluvia tiene un efecto depurador eliminando las partículas de la atmósfera y disolviendo los gases presentes, la eliminación de las partículas mejora la visibilidad. En zonas donde hay mayor frecuencia y abundante lluvia la calidad del aire es mucho mejor. Si la lluvia se disuelve y reacciona con los contaminantes gaseosos puede formar lo que conocemos como lluvia ácida pudiendo causar daños potenciales a los ecosistemas y materiales. La lluvia se registra mediante el instrumento denominado pluviómetro (Queensland Government, 2023).

### **Radiación solar**

Dependiendo de su ubicación, la radiación solar puede tener un impacto significativo en los tipos y velocidades de reacciones químicas que ocurren en la atmósfera. Parte de la radiación absorbida queda cubierta por las nubes y reflejada por las superficies terrestres y acuáticas de la tierra. La reflectancia total, llamada albedo, es del 36% en el sistema atmosférico de la tierra e influye en las condiciones promedio de las nubes en la tierra. Esta reflectancia es mayor en el rango de longitud de onda visible. Cuando la radiación luminosa pasa a través de un material que contiene partículas cuyo diámetro es menor que la longitud de onda de la luz, parte de esta radiación se dispersa. Cuanto más corta es la longitud de onda, más fácil es dispersarse, lo que es responsable del color azul del cielo (Universidad Nacional Abierta Indira Gandhi [IGNOU], 2017).

#### **2.2.9. Efectos del material particulado en la salud**

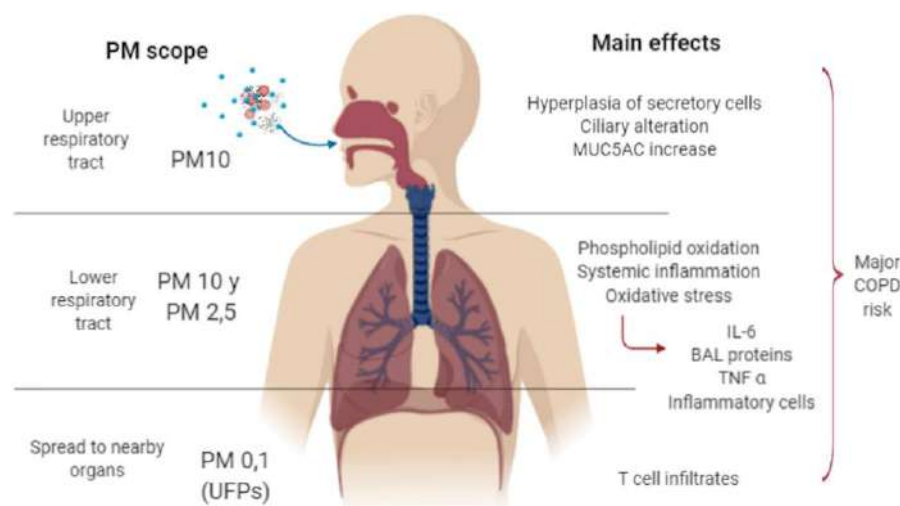
El material particulado puede tener un impacto significativo en la salud humana. Estos incluyen efectos sobre las vías respiratorias, síntomas respiratorios, empeoramiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes, cambios en el sistema de defensa del cuerpo contra cuerpos extraños, daños al tejido pulmonar, desarrollo cancerígeno y muerte prematura. Las personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica o enfermedad cardiovascular, gripe, asma, ancianos y niños son muy susceptibles a los efectos del material particulado (DEQ, 2022).

Dependiendo el efecto aerodinámico, el material particulado puede ingresar a diferentes sitios anatómicos del sistema respiratorio, donde pueden acumularse o diseminarse a otros órganos

provocando efectos en los mismos y una creciente patología humana (Loaiza-Ceballos et al., 2022) como se muestra en la Figura 3.

### Figura 3

*Efectos del material particulado y sus efectos en el sistema respiratorio*



Fuente: Loaiza-Ceballos et al. (2022).

Existe una relación directa entre el tamaño de la partícula y su potencial a causar problemas en la salud de las personas, siendo las que mayores problemas ocasionan las partículas pequeñas menores a  $10\mu\text{m}$ , debido a que estas pueden llegar a zonas profundas del pulmón e incluso llegar al torrente sanguíneo, por lo tanto, una exposición a estas partículas puede generar problemas a los pulmones y el corazón (EPA, 2024).

Las investigaciones epidemiológicas han demostrado una buena correlación entre la mortalidad por enfermedades respiratorias como asma, bronquitis y enfisema (enfermedades caracterizadas por la inflamación de los tejidos del cuerpo llenas de aire) y el nivel promedio de partículas en el lugar donde se vive (IGNOU, 2017).

Una partícula inhalada puede ejercer un efecto tóxico de tres maneras (Acero, 2003, p. 58):

- La partícula puede ser intrínsecamente tóxica debido a sus características químicas o físicas inherentes.
- La partícula puede interferir con uno o más de los mecanismos que normalmente limpian el tracto respiratorio.
- La partícula puede actuar como portadora de una sustancia tóxica absorbida.

### **2.2.10. Infecciones respiratorias agudas (IRA)**

La Infección respiratoria aguda (IRA) son todas infección producidas en el aparato respiratorio de una duración de menos 15 días, afecta a los siguientes órganos: nariz, oído, laringe, faringe, garganta, tráquea, bronquios, bronquiolos y pulmones. El agente que causa las IRA son virus, bacterias y se transmite al inhalar partículas contaminadas por microorganismos patógenos (Ministerio de Salud [MINSA], 1987).

Las IRA se clasifican en infecciones del tracto respiratorio superior o infecciones del tracto respiratorio inferior. El tracto respiratorio inferior está formado por las vías respiratorias comprendidas desde las fosas nasales hasta las cuerdas vocales de la laringe, incluido los senos paranasales y el oído medio, en estas se producen las infecciones más comunes como rinitis (resfriado común), sinusitis, infecciones de oído, faringitis aguda epiglotis y laringitis, de las cuales las infecciones de oído y la faringitis causan las complicaciones más graves (sordera y fiebre reumática aguda, respectivamente). El tracto respiratorio inferior comprende vías respiratorias desde la tráquea, los bronquios hasta los bronquiolos y los alvéolos, es muy común en niños enfermedades como la neumonía y bronquiolitis (Simoes et al., 2006).

### **2.2.11. Normativa nacional e internacional**

En el Perú no se cuenta con una normativa que defina los límites máximos permitidos para polvo atmosférico sedimentable, sin embargo, instituciones como la Dirección General de Salud (DIGESA) y SENAMHI recogen el valor establecido por la OMS cuyo valor es 5 t/km<sup>2</sup>/mes.

En el año 2017 se aprobaron los estándares de calidad ambiental para aire cuya importancia y relevancia radica en para la protección de salud de las personas y los ecosistemas, así como mantener la calidad de aire adecuada y la prevención de las emisiones de contaminantes al ambiente (Instituto de la calidad ambiental, 2023). El estándar de calidad ambiental establece las concentraciones para parámetros de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> para periodos de 24 horas y anual, cuyos valores se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2***Estándar de Calidad de aire*

<b>Parámetro</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor (µg/m3)</b>	<b>Método de análisis</b>
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM2,5)	24 horas	50	Separación inercial/filtración
	Anual	25	(Gravimetría)
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	Separación inercial/filtración
	Anual	50	(Gravimetría)

Fuente: Instituto de la calidad ambiental (2023).

**2.3. Definición de términos básicos****Calidad del aire**

La calidad del aire determina los materiales contaminantes que están en el aire es decir el material en suspensión y es medida por diferentes parámetros de determinar el material en suspensión generados por fuentes móviles y por el sector industrial, teniendo en cuenta que el crecimiento urbanístico y poblacional (Rodríguez et al., 2020).

**Concentración**

La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia. (MINAM, 2016).

**Contaminación del aire**

Las fuentes exteriores de contaminantes del aire interior en la mayoría de las zonas urbanas incluyen fuentes industriales, emisiones de gasolina, etc. Además, la contaminación del aire interior proviene no solo del aire exterior, sino también de las fuentes de emisión del interior, como las actividades humanas o las emisiones de decoración en el ambiente interior, como la pintura de las paredes, el tabaquismo, la cocina y la calefacción (Shen et al., 2020).

**Estándar de calidad ambiental**

Define un nivel de concentración de elemento, sustancia, parámetro, que está en el suelo, agua, ruido o aire y no dañe al medio ambiente y la salud humana. (MINAM, 2016).

## **Evaluación de efectos**

Análisis e inferencia de las posibles consecuencias en un organismo blanco específico, población o ecosistema, por la exposición a un factor en particular y basado en el conocimiento de la relación causa-efecto. (MINAM, 2016).

## **Inhalación**

Respiración. La exposición puede ocurrir por inhalación de los contaminantes, porque éstos se pueden depositar en los pulmones, transportarse en la sangre o ambos. (MINAM, 2016).

## **Material en suspensión**

Los efectos en la salud humana causados por el material en suspensión se deben principalmente a su diámetro, que permite su entrada a las vías respiratorias, donde producen daños en los tejidos y órganos (Garrido y Camargo, 2012).

## **Monitoreo**

Forman parte de las evaluaciones que permiten medir las tendencias temporales y espaciales de la calidad del ambiente, además permite identificar las fuentes contaminadoras y mide los efectos que estas tienen sobre el ambiente. (OEFA, 2015)

## **Inmisión**

Se refiere a la concentración del contaminante en cada punto de un determinado territorio y lo que la persona respiraría en ese punto (Generalitat de Catalunya, 2023).

## **Emisión**

Es la cantidad de contaminante que es vertida a la atmósfera desde la fuente contaminadora, los óxidos de nitrógeno emitida por el automóvil, el dióxido de azufre emitida a través de una chimenea (Generalitat de Catalunya, 2023).

## **2.4. Hipótesis de investigación**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La concentración del polvo atmosférico sedimentable se relaciona con la salud en el alumnado de las instituciones educativas del distrito de Santa María.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

Será posible calcular la concentración de polvo atmosférico sedimentable mediante el método activo gravimétrico en las instituciones educativas del distrito de Santa María.

Las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable obtenidas en las instituciones educativas del distrito de Santa María, exceden con el estándar de calidad ambiental establecido por la OMS y ECA.

La concentración del polvo atmosférico sedimentable incide en la salud en el alumnado de las instituciones educativas del distrito de Santa María.

### 2.4.3 operacionalización de las variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	ITEM
<b>Variable independiente (x):</b> Concentración de polvo atmosférico sedimentable	Son materiales en la atmósfera cuyo diámetro es mayor a 10 micrómetros que por la acción de la gravedad o el viento se depositan en la superficie terrestre y ocasionan contaminación y causan daños en la salud de los seres vivos (Zhoung et al., 2022).	La evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las instituciones educativas del distrito de Santa María se determinará mediante el método de muestreo activo, usando el Hivol, LowVol y la estación meteorológica.	Polvo atmosférico sedimentable	PM10 PM2.5	$\mu g/m^3$
<b>Variable dependiente (y):</b> Salud del alumnado	Según la OPS/OMS, la tasa de incidencia se define como el número de casos nuevos de una enfermedad u otra condición de salud dividido por la población en riesgo de la enfermedad (población expuesta) en un lugar específico y durante un período específico (Feng et al., 2022).	La incidencia en la salud del alumnado se obtendrá mediante la concentración de polvo atmosférico sedimentable en las instituciones educativas del distrito de Santa María, más la realización de encuestas a un promedio determinado de alumnos por cada institución y la recopilación de información del centro de salud.	Afectaciones en la salud del alumnado por la concentración de polvo atmosférico sedimentable	Cantidad de reportes de casos de alumnos con problemas respiratorios	Número de casos
				Tipos de problemas respiratorios	Tipos de problemas
				Percepción del grado de contaminación.	Nada Poco Regular Mucho
				Consideración del estado de salud	Muy saludable Medianamente saludable Saludable Poco saludable Nada saludable
		Percepción de estudiantes afectados	Frecuencia de exposición al polvo atmosférico sedimentable.	Esporádica Ocasional Frecuente Continua	
			Fuentes de exposición	Transporte Industrias Actividades agrícolas Actividades domésticas Actividades ganaderas	

## **CAPITULO III. METODOLOGIA**

### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

Esta investigación por su finalidad es de tipo básica ya que busca ampliar los conocimientos y nos permite generar datos que podrían ser utilizados posteriormente en temas de salud y principalmente en el ambiente (Carrasco, 2005). Dentro de este estudio sigue este enfoque porque el método para la recolección de datos mediante los equipos Hivol y Lowvol son fundamentales para evaluar la calidad del aire en las instituciones educativas. Esto, a su vez, permite estimar la exposición de los alumnos a las concentraciones de PM<sub>10</sub> y sus posibles afectaciones en su salud.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Este presente estudio es de nivel de investigación descriptivo correlacional, porque aquí se determinó el nivel de concentración de polvo atmosférico sedimentable en las instituciones educativas, de acuerdo con los estándares de calidad ambiental del aire. De acuerdo con Hernández, et al (2003) tiene como propósito evaluar la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables (en un contexto en particular) evaluar el estudio de investigación a realizar.

#### **3.1.3. Enfoque**

El enfoque de investigación es mixto ya que se usó datos numéricos, verbales, textuales, y otras clases para entender el problema. (Creswell, 2009). Dentro del estudio se utilizaron instrumentos para para recolectar, analizar los datos cuantitativos y cualitativos como encuestas.

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

La población estuvo conformada por alumnos del 5to grado de secundaria de 3 Instituciones Educativas públicas del distrito de Santa María, abarcando una cantidad de 565 alumnos.

#### **3.2.2. Muestra**

Se obtuvo mediante una muestra irrestricta aleatoria de los alumnos de las tres instituciones educativas del distrito de Santa María, lo cual se usó la fórmula propuesta por Feng *et al.* (2022) que se muestra a continuación.



$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 (n - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

Z = probabilidad para una confianza del 95 % en la distribución de 2 colas de Z.

p = q = variables dicotómicas con varianza igual a p x q.

N= Población

e = error de muestreo estimado (0,05).

**Tabla 4**

*Población de centros educativos y muestra*

<b>Centro educativo</b>	<b>Población</b>
20341 Madre Teresa de Calcuta	30
Luis Fabio Xammar	500
San Bartolomé 20374	35
<b>Muestra</b>	<b>230</b>

En la Tabla 4 se aprecia la población por cada centro educativo, esta información fue utilizada para determinar una muestra cuyo resultado fue de 230 estudiantes. Para la toma de muestras en los 3 centros educativos elegidos se estableció una estación de muestreo por cada una tal como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Ubicación de las estaciones de monitoreo en los centros educativos*

<b>Centro educativo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Código estación</b>	<b>de Zona</b>	<b>Altitud</b>
20341 Madre Teresa de Calcuta	Techo del pabellón de primaria	N: 8773493 E: 218081	CA-01	18L	86msnm
Chonta					
Luis Fabio Xammar Jurado	Techo de pabellón principal	N: 8771235 E: 216522	CA-02	18L	51msnm
San Bartolomé 20374	Techo colindante con la pista	N: 8771243 E: 217463	CA-03	18L	63msnm

### **3.3. Técnicas de recolección de datos**

#### **3.3.1. Monitoreo atmosférico**

La recolección de datos a través del monitoreo atmosférico se realizó mediante tres etapas.

##### **Etapa 1: *Pre monitoreo***

El estudio se realizó en las 3 instituciones educativas seleccionadas del distrito de Santa María, en 3 puntos de muestreo tomando en cuenta el barlovento y sotavento, donde se tomó en cuenta las instituciones con mayor flujo vehicular, además de la seguridad de los puntos de muestreo.

##### **Etapa 2: *Monitoreo***

El monitoreo inició con el recojo de los equipos y materiales para el traslado al lugar del monitoreo. Al haber coordinado con los encargados de las instituciones educativas, se procedió a la instalación de los equipos Hivol y Lowvol a monitorear con previa seguridad en los puntos de muestreo. Posterior a ello se realizó la colocación de cartilla y filtro en los equipos y la programación en las tres instituciones educativas.

Ya instalados los equipos se procedió a realizar el cumplimiento de las 24 horas de monitoreo. Antes de terminar con las 24 horas se midió el flujo con el manómetro.

Luego se retiró el filtro y la data meteorológica para así desinstalar todos los equipos por cada punto en las instituciones educativas, posterior a ello se realizó el llenado de la cadena de custodia y finalmente el envío de las muestras (filtros) al laboratorio ambiental para su respectivo análisis.

##### **Etapa 3: *Post muestreo***

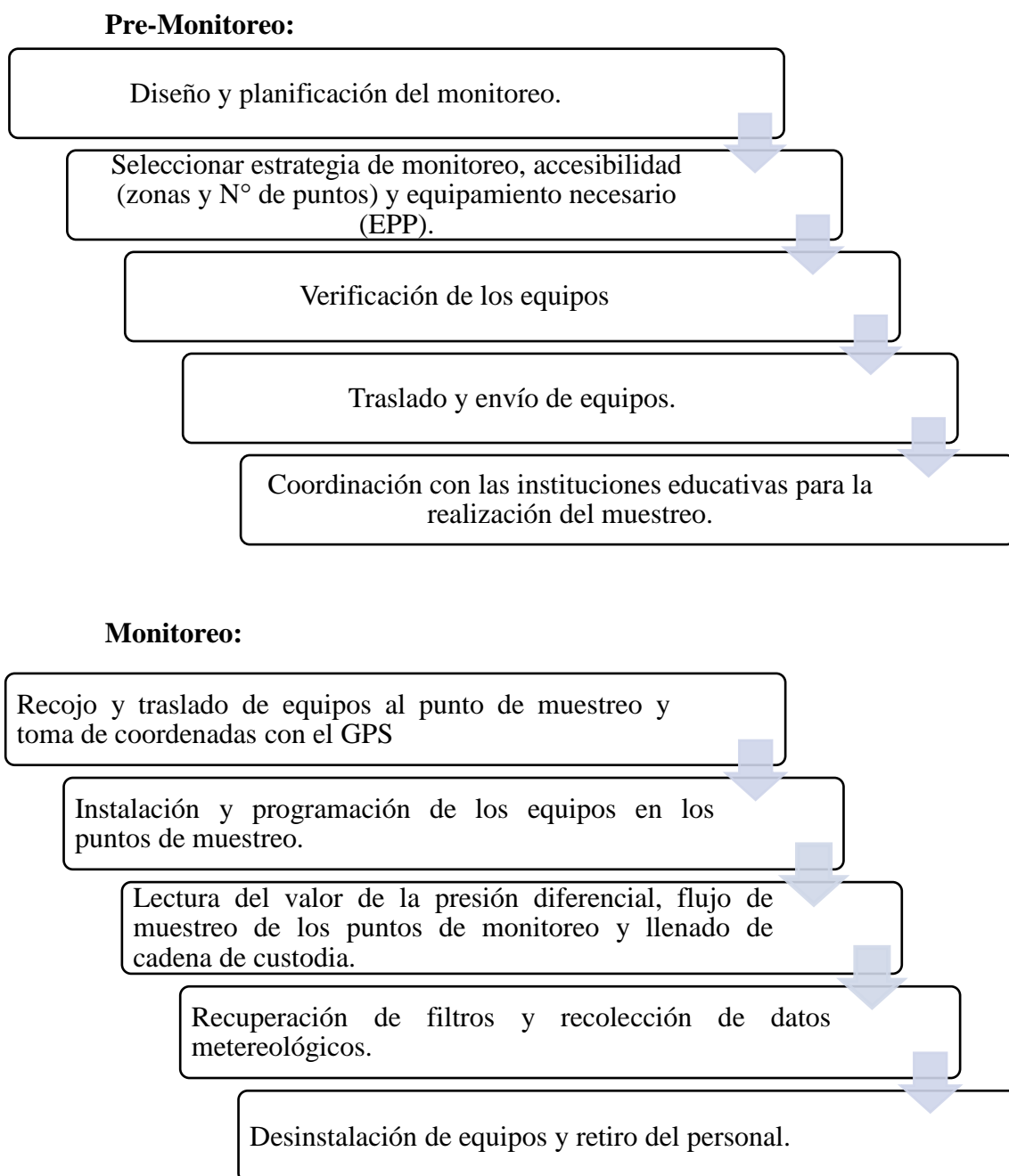
Se realizó la elaboración del informe de campo incluyendo las fotografías del muestreo de la calidad de aire. Finalmente, se recepción los resultados por parte del laboratorio ambiental acreditado ubicado en la ciudad de Lima.

#### **3.3.2. Monitoreo de la calidad de aire**

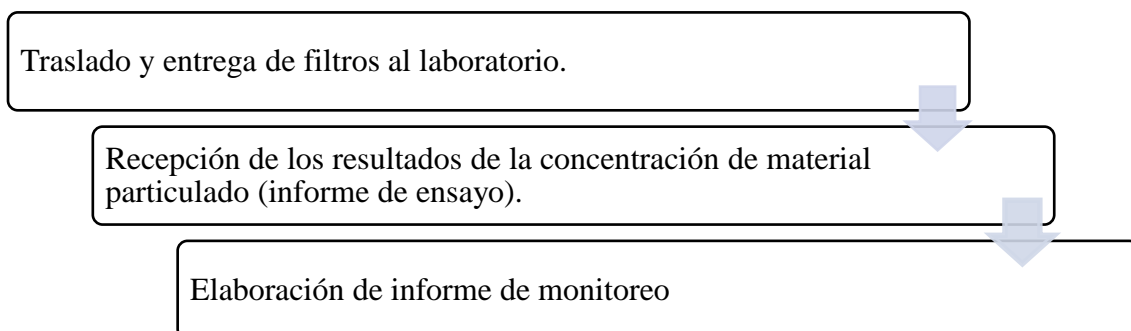
El monitoreo de la calidad de aire siguió las pautas del D.S. 010-2019 MINAM, normativa vinculada al procedimiento para la toma de muestras, la misma que se encuentra sintetizada en la Figura 4.

## Figura 4

*Esquema del procedimiento del monitoreo de la calidad de aire*



### Post-Monitoreo:

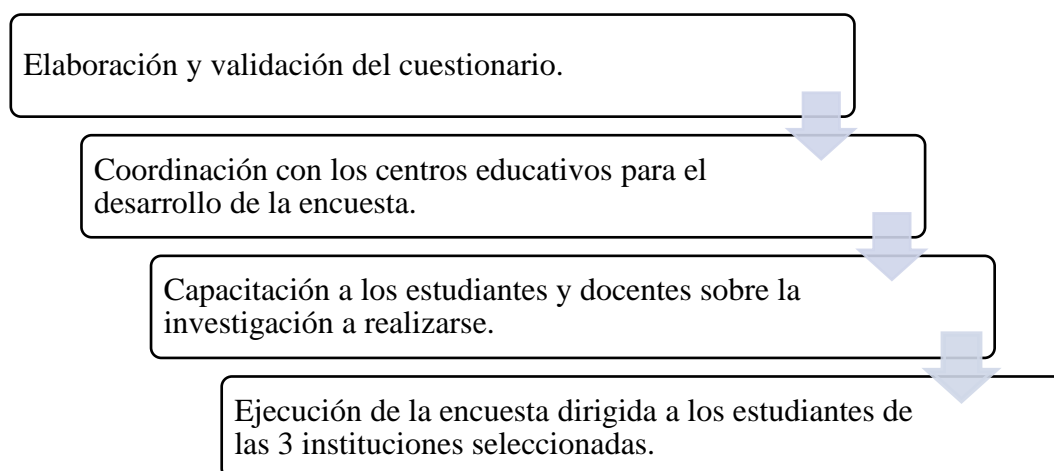


### 3.3.3. Cuestionario

Se recopiló los datos correspondientes sobre la percepción de los alumnos de las instituciones educativas, siendo estas evaluadas a través de la ejecución de un cuestionario. El procedimiento se observa en la Figura 5.

#### Figura 5

*Esquema de procedimiento de aplicación del cuestionario*



El proceso de validación se realizó mediante el juicio de expertos por 4 ingenieros ambientales colegiados y habilitados con conocimiento y experiencia sobre el tema de investigación.

### 3.3.4. Frecuencia de las IRA

Los casos de IRA fueron solicitados al Centro de Salud de Santa María, quien contiene una base de datos de casos reportados del distrito.

### **3.3.5. Materiales e insumos**

#### **3.3.5.1. Materiales a usar**

Los materiales usados en muestreo del polvo atmosférico son los siguientes

- Tablero
- Documentos y fichas de campo
- Libreta de campo
- Sobre manila
- Caja de tecnopor
- Plumón indeleble
- Filtros para PM10 y PM2.5
- Cinta adhesiva
- Film para embalaje

#### **3.3.5.2. Equipos**

Los equipos usados en muestreo del polvo atmosférico son los siguientes

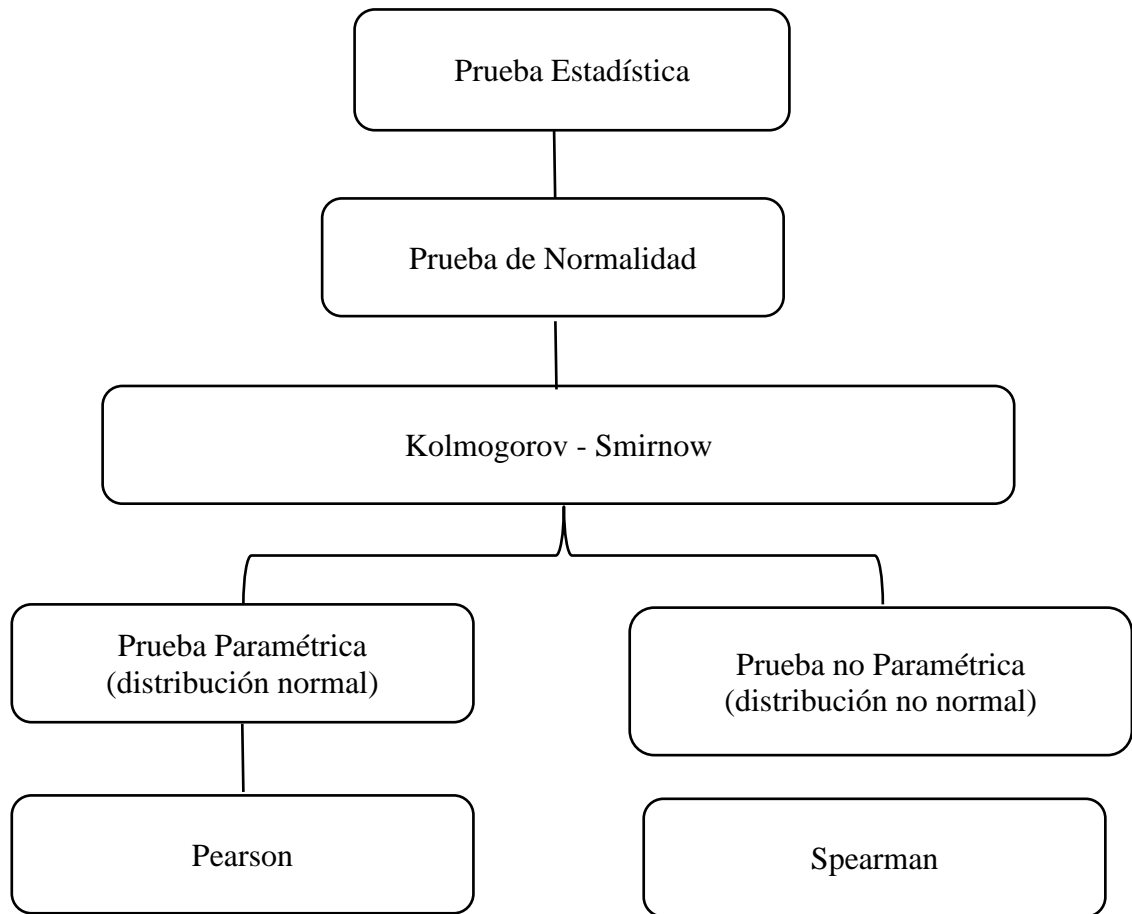
- Estación meteorológica
- GPS
- Manómetro digital
- Muestreador de alto volumen (Hivol)
- Muestreador de bajo volumen (lowvol)

### **3.4. Técnicas para el procedimiento de la información**

Se utilizó la correlación para establecer las asociaciones entre el PM<sub>10</sub> con los casos de enfermedades presentados en los centros de salud del distrito de Santa María (Figura 6). Para el procesamiento de datos de la información recogida se ordenó con el uso del software Microsoft Excel y para obtener los resultados de las variables en estudio mediante la Estadística inferencial se ejecutó con el software estadístico IBM SPSS v.25.

**Figura 6**

*Esquema de la prueba estadística*



**Fuente:** Elaboración propia.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de recopilación de datos de las IRA

La Tabla 6 presenta el número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el centro de salud del distrito de Santa María, con información extraída de su base de datos oficial.

**Tabla 6**

*Número de casos registrados de infecciones respiratorias agudas en el distrito de Santa María acordes a la fecha*

Año	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (J00 - J06)	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20 - J22)	Otras enfermedades del sistema respiratorio (J95 - J99)	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30 - J39)	Influenza (Gripe) y neumonía (J09 - J18)	Total
2020	77	15	0	0	0	92
2021	128	15	0	3	0	146
2022	286	9	0	0	0	295
2023	307	11	0	0	0	318
2024	124	1	0	0	0	125

*Fuente:* Boletines epidemiológicos del Hospital regional de Huacho.

### 4.2. Comparación del polvo atmosférico sedimentable (PM<sub>10</sub>) y PM<sub>2.5</sub> con los valores establecidos por la OMS y el ECA.

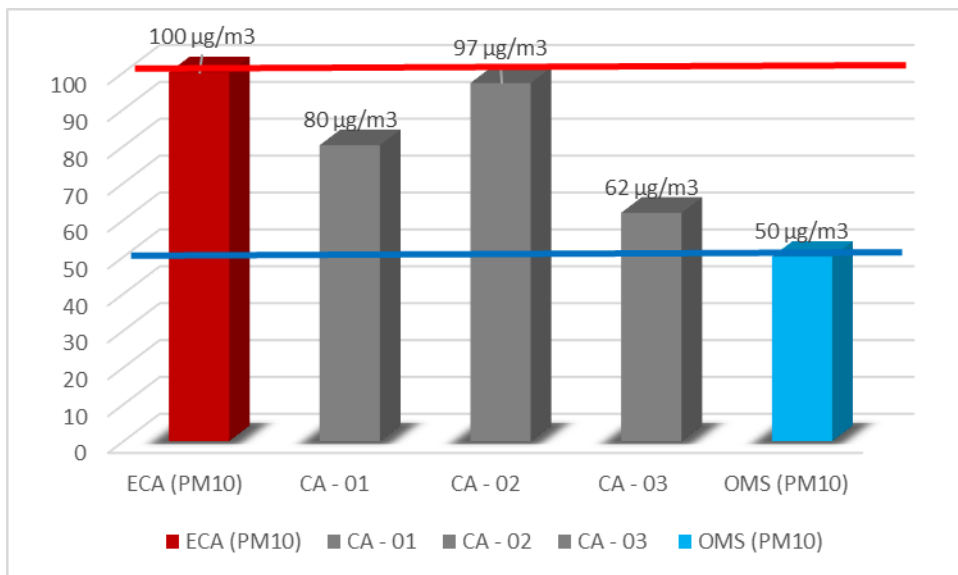
En la Figura 7 observamos que la concentración de PM<sub>10</sub> no excede el límite establecido por el estándar de calidad ambiental local, lo que indica que no representa un riesgo significativo para la salud del alumnado

Sin embargo, la concentración de PM<sub>10</sub> no cumple con el estándar recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo cual implica un mayor riesgo para la salud de los alumnos de las Instituciones dentro de la presente investigación.

Con respecto al PM<sub>2.5</sub> se observa en la Figura 8 la concentración está por encima de lo recomendado de la OMS, sin embargo, el punto de monitoreo CA – 02 excede los límites establecidos por los ECA

**Figura 7**

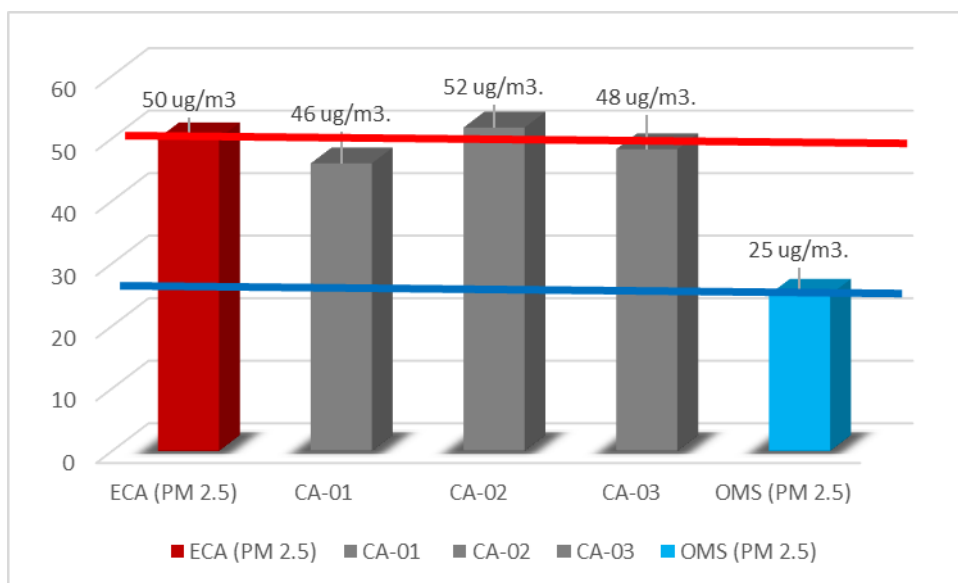
*Comparación de los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Organización Mundial de la Salud (OMS)*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura 8**

*Comparación de los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Organización Mundial de la Salud (OMS)*



**Fuente:** *Elaboración propia*



### 4.3. Análisis de los cuestionarios realizados a los estudiantes de las tres instituciones educativas del Distrito de Santa María.

**Dimensión:** Percepción del grado de contaminación

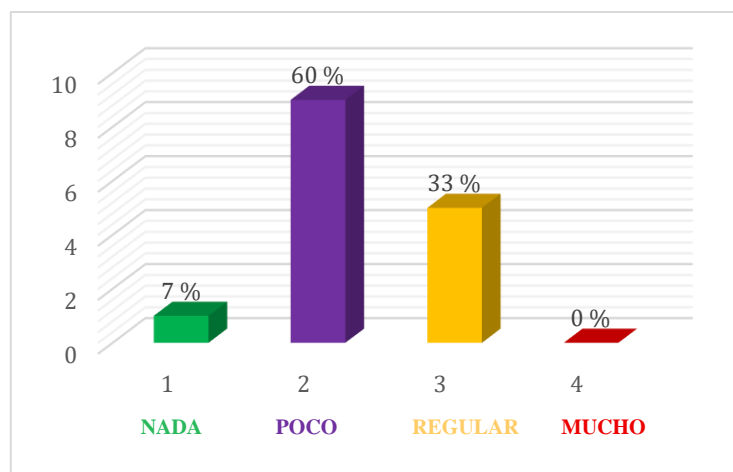
**Tabla 7**

*¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	1	7%
POCO	9	60%
REGULAR	5	33%
MUCHO	0	0
TOTAL	15	100%

**Figura 9**

*¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?*



Notamos que el 60% de los encuestados poseen POCO conocimiento sobre el material particulado, un 33% tiene un conocimiento REGULAR sobre este tema. Es notable que no hay ningún encuestado que afirme tener conocimiento extenso (MUCHO)

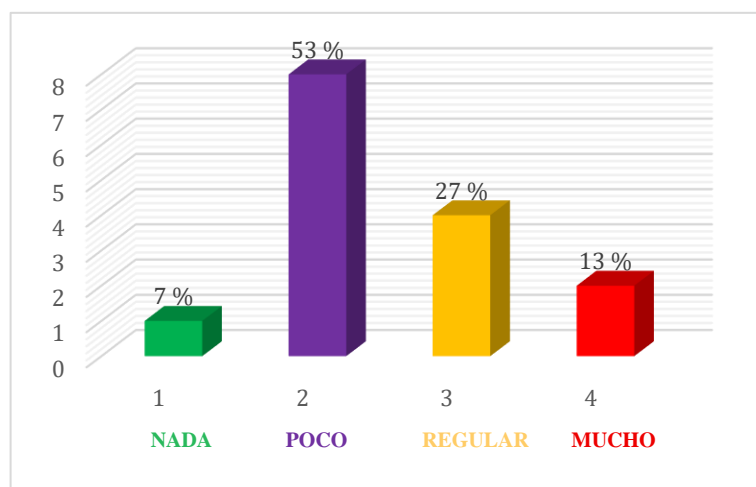
**Tabla 8**

*¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	1	7%
POCO	8	53%
REGULAR	4	27%
MUCHO	2	13%
TOTAL	15	100%

**Figura 10**

*¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?*



Notamos que la mayoría de los encuestados (53%) creen que en su centro educativo hay POCO material particulado. Un 27% considera que la concentración es REGULAR, mientras que un 13% percibe que hay MUCHO material particulado. Esto sugiere que una proporción significativa de los encuestados tiene preocupaciones moderadas o altas sobre la calidad del aire en su entorno educativo.

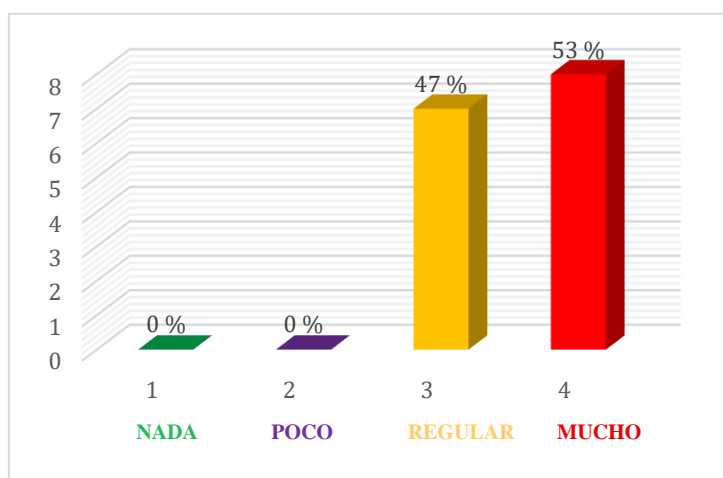
**Tabla 9**

*¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	0	0%
POCO	0	0%
REGULAR	7	47%
MUCHO	8	53%
TOTAL	15	100%

**Figura 11**

*¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?*



Una mayoría significativa de los encuestados (53%) considera que el material particulado afecta MUCHO la salud de los estudiantes. Además, un 47% opina REGULARMENTE, lo que indica una preocupación considerable sobre los efectos del material particulado en la salud dentro del contexto educativo.

**Dimensión:** Consideración del estado de salud

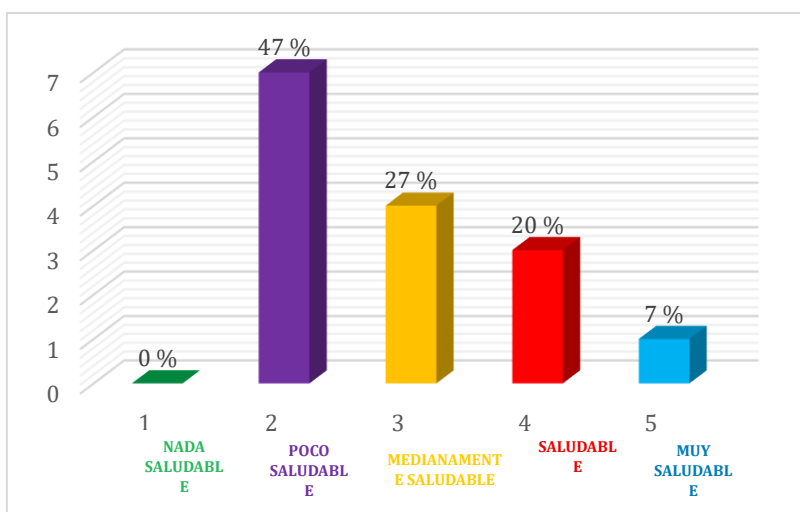
**Tabla 10**

*¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA SALUDABLE	0	0%
POCO SALUDABLE	7	47%
MEDIANAMENTE SALUDABLE	4	27%
SALUDABLE	3	20%
MUY SALUDABLE	1	7%
TOTAL	15	100%

**Figura 12**

*¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?*



Notamos que la mayoría de los encuestados tienen cierta preocupación sobre su salud respiratoria, con un porcentaje significativo del 47% POCO SALUDABLE. Lo que indica que existe una percepción variada en cuanto a la calidad de la salud respiratoria entre los encuestados.

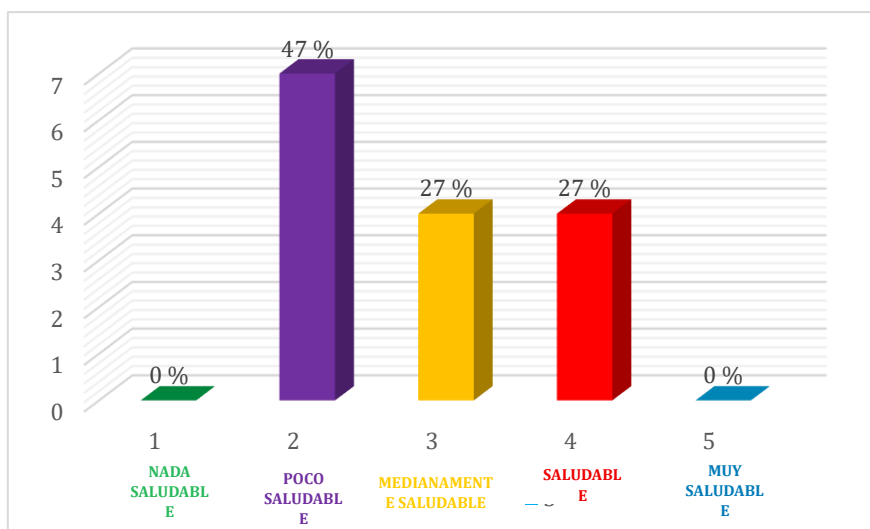
**Tabla 11**

*¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA SALUDABLE	0	0%
POCO SALUDABLE	7	47%
MEDIANAMENTE SALUDABLE	4	27%
SALUDABLE	4	27%
MUY SALUDABLE	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Figura 13**

*¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?*



Una parte considerable de los encuestados cree que sus compañeros tienen un estado de salud respiratoria POCO SALUDABLE, sin embargo, un 27% considera que es SALUDABLE, lo que indica una percepción mixta en cuanto a la calidad de la salud respiratoria de los encuestados.

**Dimensión:** Frecuencia de exposición al polvo atmosférico sedimentable

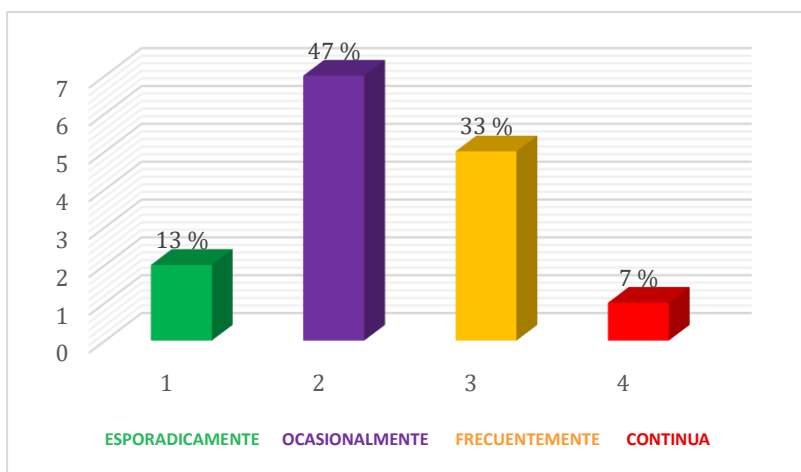
**Tabla 12**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPORÁDICAMENTE	2	13%
OCASIONALMENTE	7	47%
FRECUENTEMENTE	5	33%
CONTINUA	1	7%
TOTAL	15	100%

**Figura 14**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*



Se sugiere que la mayoría de los encuestados experimentan exposición OCASIONALMENTE o FRECUENTEMENTE al material particulado.

### Dimensión: Fuentes de exposición

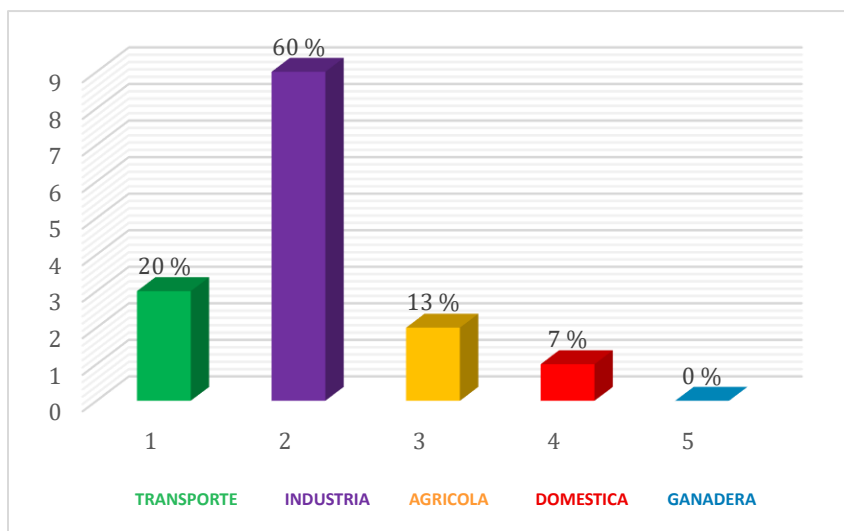
**Tabla 13**

*¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
TRANSPORTE	3	20%
INDUSTRIA	9	60%
AGRÍCOLA	2	13%
DOMÉSTICA	1	7%
GANADERA	0	0%
TOTAL	15	100%

**Figura 15**

*¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?*



Notamos que el 60% de los encuestados atribuyen la mayor responsabilidad por la emisión del material particulado a la INDUSTRIA, seguida en menor medida por el TRANSPORTE 20% y la AGRÍCOLA 13%

**Dimensión:** Percepción del grado de contaminación

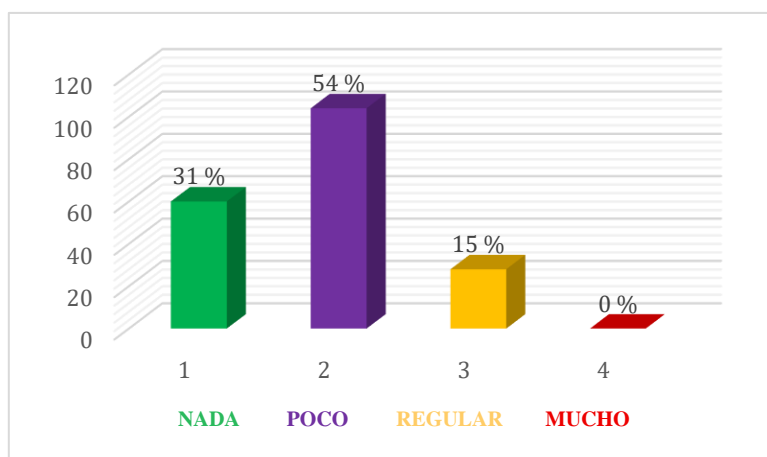
**Tabla 14**

*¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	60	31%
POCO	104	54%
REGULAR	28	15%
MUCHO	0	0%
TOTAL	192	100%

**Figura 16**

*¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?*



El 31% de los encuestados no tienen conocimiento alguno sobre el material particulado, mientras que el 54% tiene un conocimiento limitado (POCO) sobre el tema, sugiriendo que una parte significativa de los encuestados tiene POCO o NADA de conocimiento sobre el material particulado



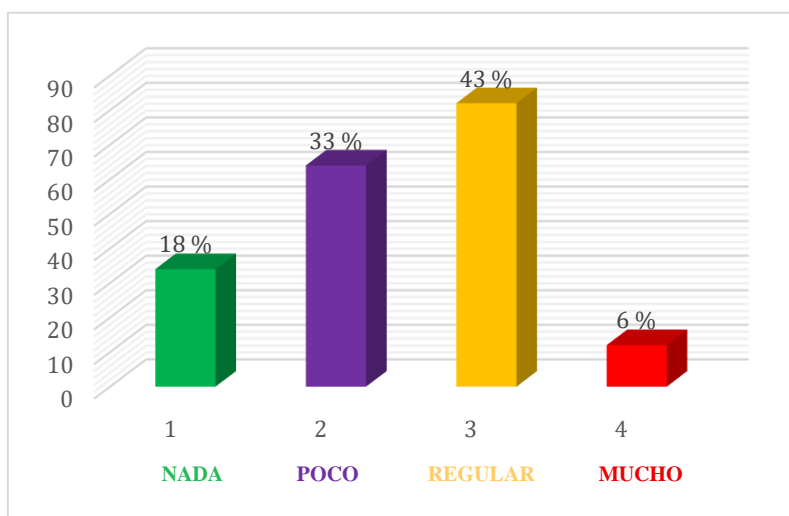
**Tabla 15**

*¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	34	18%
POCO	64	33%
REGULAR	82	43%
MUCHO	12	6%
TOTAL	192	100%

**Figura 17**

*¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?*



Notamos que el 18% de los encuestados cree que no hay concentración alguna de material particulado en su centro educativo, también un 43% considera que hay una concentración REGULAR de material particulado, mientras que un pequeño porcentaje señala una alta concentración.

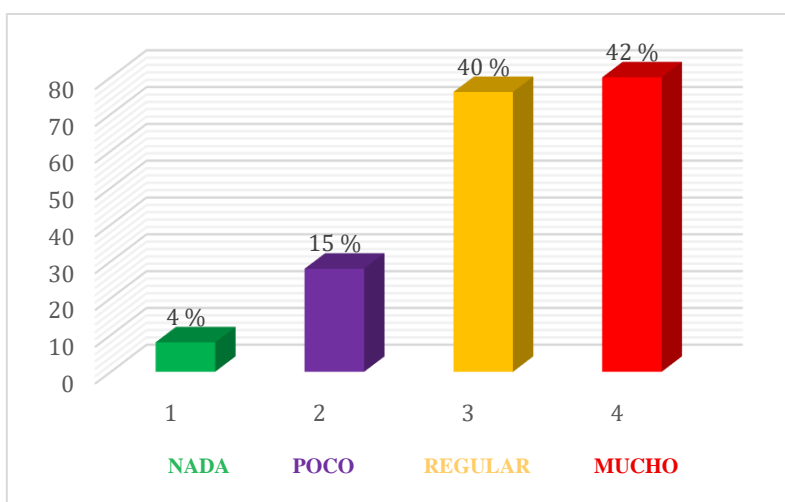
**Tabla 16**

*¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	8	4%
POCO	28	15%
REGULAR	76	40%
MUCHO	80	42%
TOTAL	192	100%

**Figura 18**

*¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?*



Notamos que el 4% de los encuestados considera que el material particulado no afecta en absoluto la salud de los estudiantes, el 15% opina que tiene un impacto bajo en la salud y un 42% percibe que el material particulado afecta significativamente la salud de los estudiantes. Dando a entender que la mayoría de los encuestados cree que el material particulado tiene un impacto considerable en la salud de los estudiantes.

**Dimensión:** Consideración del estado de salud

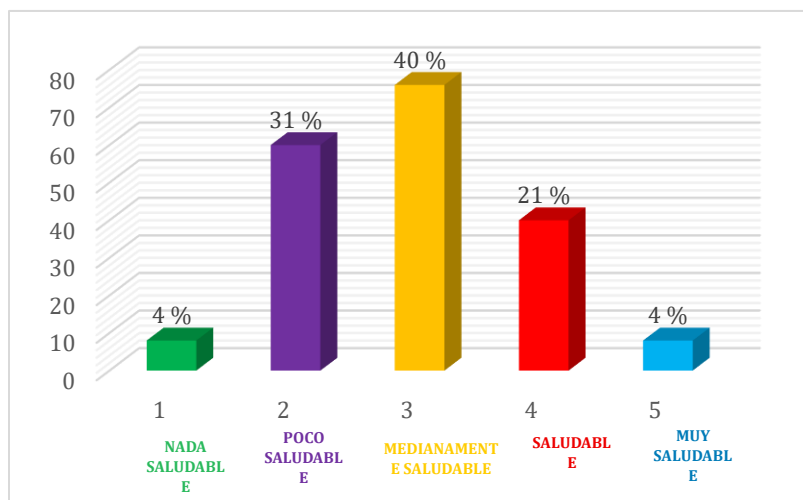
**Tabla 17**

*¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA SALUDABLE	8	4%
POCO SALUDABLE MEDIANAMENTE	60	31%
SALUDABLE	76	40%
SALUDABLE	40	21%
MUY SALUDABLE	8	4%
TOTAL	192	100%

**Figura 19**

*¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?*



Notamos que el 4% de los encuestado percibe que su estado de salud respiratoria es NADA SALUDABLE, solo un 4% lo clasifica como MUY SALUDABLE

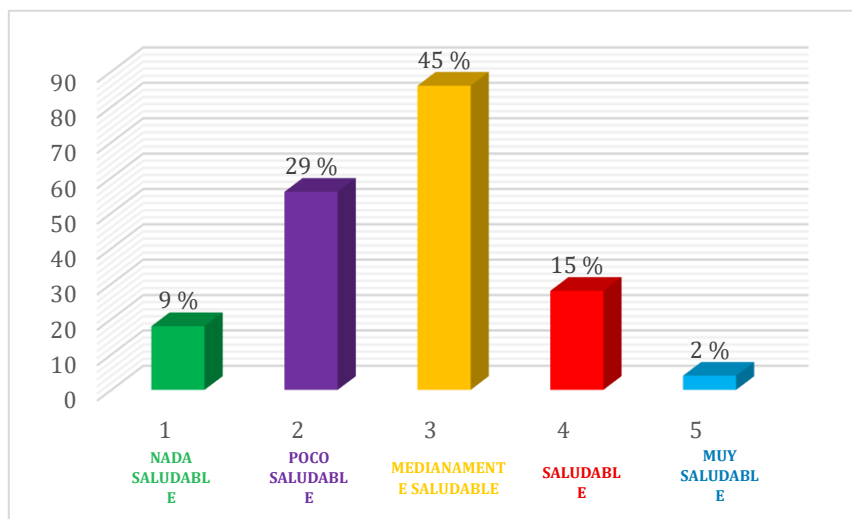
**Tabla 18**

*¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA SALUDABLE	18	9%
POCO SALUDABLE	56	29%
MEDIANAMENTE SALUDABLE	86	45%
SALUDABLE	28	15%
MUY SALUDABLE	4	2%
TOTAL	192	100%

**Figura 20**

*¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?*



Un 9% de los encuestado percibe que el estado de salud respiratoria de sus compañeros es NADA SALUDABLE, además hay un porcentaje menor del 2% piensa que sus compañeros tienen una salud respiratoria MUY SALUDABLE

**Dimensión:** Frecuencia de exposición al polvo atmosférico sedimentable

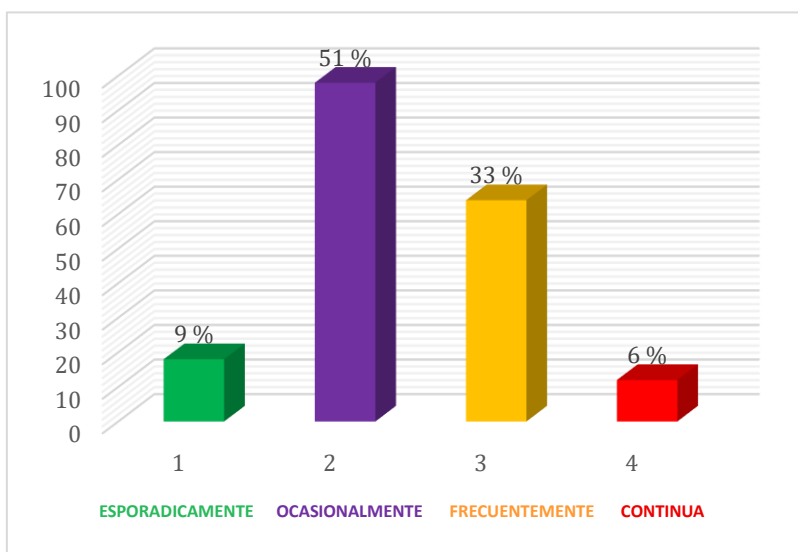
**Tabla 19**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPORADICAMENTE	18	9%
OCASIONALMENTE	98	51%
FRECUENTEMENTE	64	33%
CONTINUA	12	6%
TOTAL	192	100%

**Figura 21**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*



El 51% de los encuestados indica que está expuesto ocasionalmente al material particulado mientras que un 6% afirma que estar expuesto de manera CONTINUA al material particulado

**Dimensión:** Fuentes de exposición

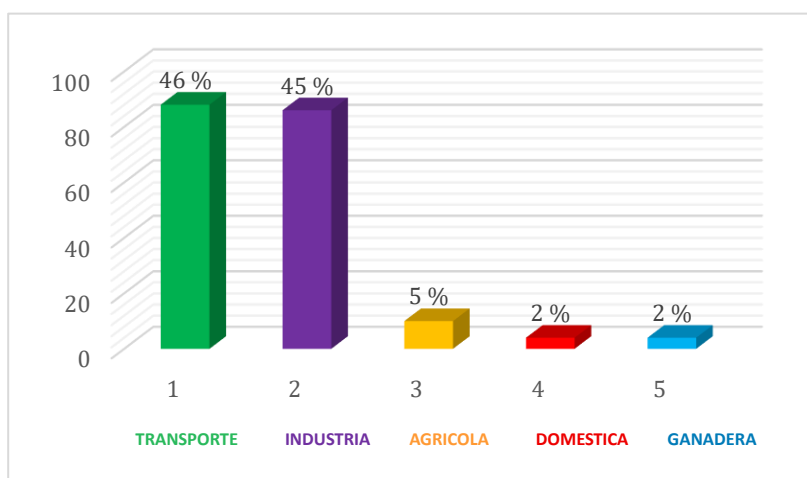
**Tabla 20**

*¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
TRANSPORTE	88	46%
INDUSTRIA	86	45%
AGRICOLA	10	5%
DOMESTICA	4	2%
GANADERA	4	2%
TOTAL	192	100%

**Figura 22**

*¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?*



Notamos que el 46% de los encuestados identifica al transporte como la principal fuente de material particulado, un 45% señala a la industria como una fuente significativa. Las actividades domésticas y la ganadera con una minoría

**Dimensión:** Percepción del grado de contaminación

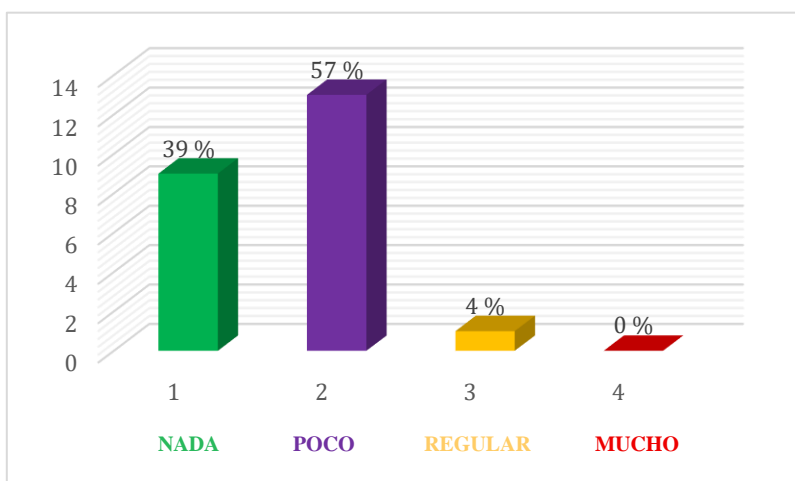
**Tabla 21**

*¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	9	39%
POCO	13	57%
REGULAR	1	4%
MUCHO	0	0%
TOTAL	23	100%

**Figura 23**

*¿Conoce usted sobre el material particulado o polvo atmosférico?*



Notamos que una gran parte de los encuestados tiene POCO o ningún conocimiento sobre el material particulado. La mayoría de ellos tienen un conocimiento limitado, mientras que una minoría tiene un conocimiento REGULAR sobre el tema. Lo que indica que no hay ningún encuestado que afirme tener conocimiento profundo sobre el Material Particulado

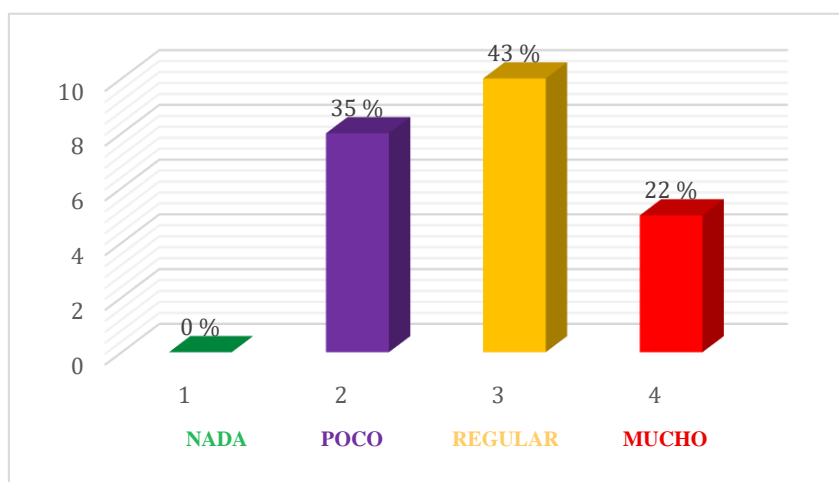
**Tabla 22**

*¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	0	0%
POCO	8	35%
REGULAR	10	43%
MUCHO	5	22%
TOTAL	23	100%

**Figura 24**

*¿Cree usted que en su centro educativo hay un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?*



Notamos que una mayoría significativa de los encuestados percibe que hay al menos una concentración REGULAR de material particulado en su centro educativo. Mientras, ningún encuestado cree que no haya concentración alguna de material particulado en su centro educativo.



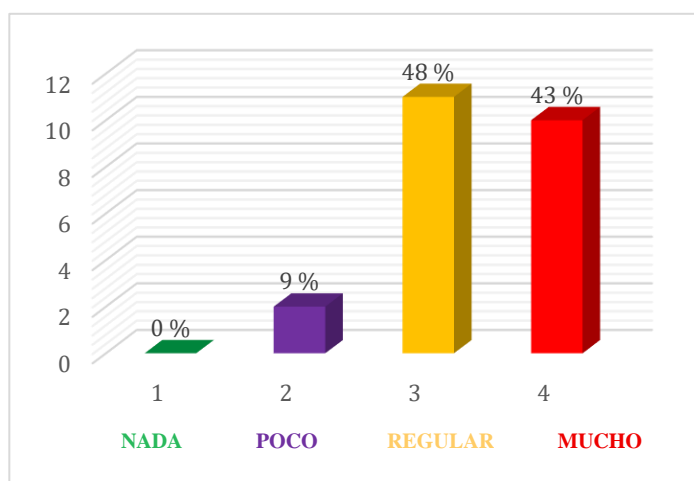
**Tabla 23**

*¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA	0	0%
POCO	2	9%
REGULAR	11	48%
MUCHO	10	43%
TOTAL	23	100%

**Figura 25**

*¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?*



Ningún encuestado considera que el material particulado no afecta en absoluto la salud de los estudiantes, mientras que un 48% cree que tiene un impacto REGULAR en la salud, y un 43% percibe que el material particulado afecta significativamente la salud de los estudiantes

**Dimensión:** Consideración del estado de salud

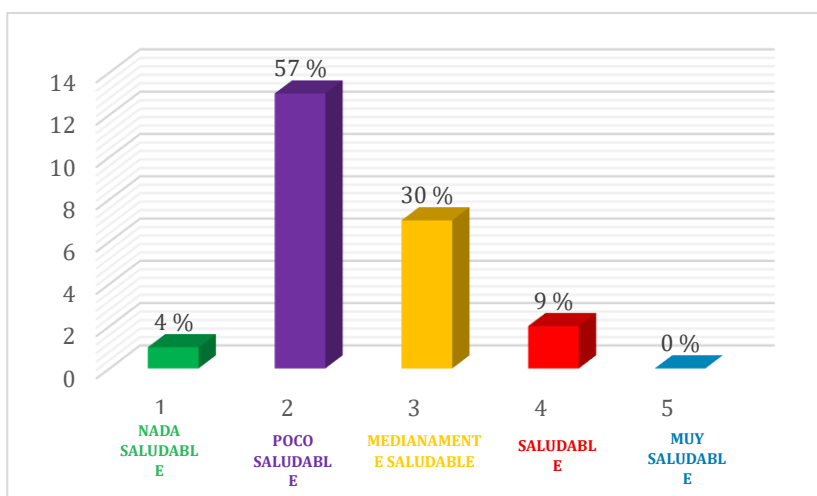
**Tabla 24**

*¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA SALUDABLE	1	4%
POCO SALUDABLE	13	57%
MEDIANAMENTE SALUDABLE	7	30%
SALUDABLE	2	9%
MUY SALUDABLE	0	0%
TOTAL	23	100%

**Figura 26**

*¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?*



Notamos que un 57% de los encuestados percibe su estado de salud respiratoria como POCO SALUDABLE, solo un 9% considera que es SALUDABLE, mientras que ningún encuestado reporta sentirse MUY SALUDABLE en términos de su salud respiratoria

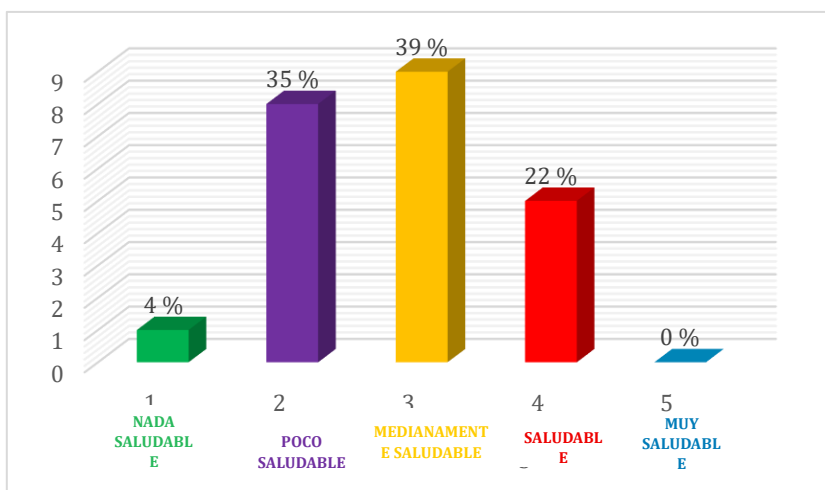
**Tabla 25**

*¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NADA SALUDABLE	1	4%
POCO SALUDABLE	8	35%
MEDIANAMENTE SALUDABLE	9	39%
SALUDABLE	5	22%
MUY SALUDABLE	0	0%
TOTAL	23	100%

**Figura 27**

*¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?*



Notamos que una mayoría de los encuestados percibe el estado de salud respiratoria de sus compañeros como MEDIANAMENTE SALUDABLE, un 35% considera POCO SALUDABLE, y un 4% opina que es NADA SALUDABLE. Lo que indica que ningún encuestado cree que el estado de salud respiratoria de sus compañeros sea muy saludable.

**Dimensión:** Frecuencia de exposición al polvo atmosférico sedimentable

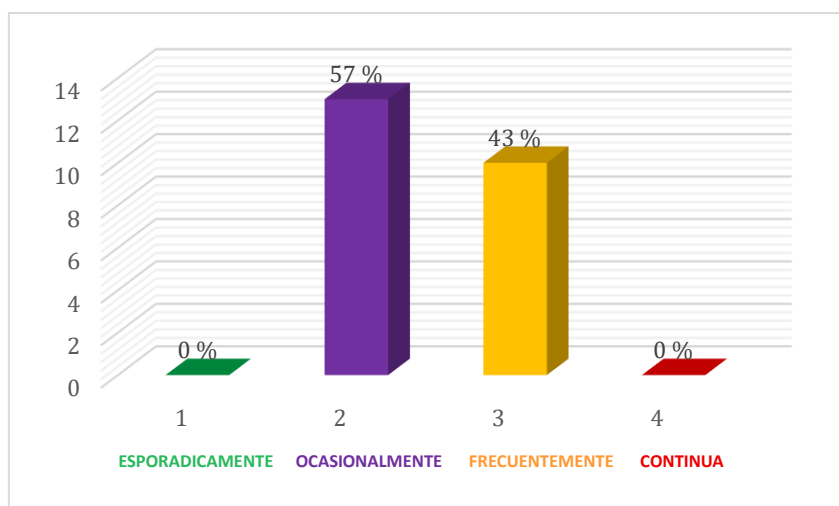
**Tabla 26**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPORADICAMENTE	0	0%
OCASIONALMENTE	13	57%
FRECUENTEMENTE	10	43%
CONTINUA	0	0%
TOTAL	23	100%

**Figura 28**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*



El 57% de los encuestados experimenta exposición OCASIONALMENTE al material particulado, un 43% reporta estar expuesto de manera FRECUENTEMENTE, mientras que ningún encuestado menciona una exposición ESPORÁDICA.

**Dimensión:** Fuentes de exposición

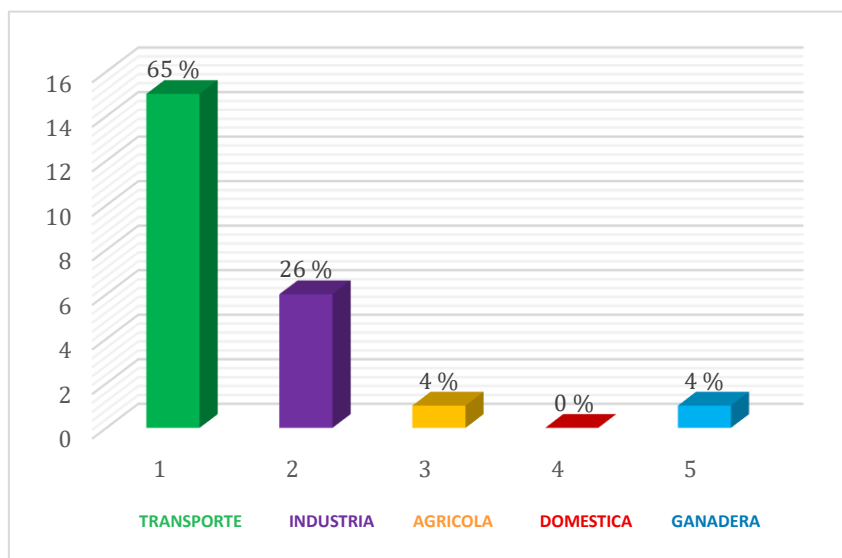
**Tabla 27**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
TRANSPORTE	15	65%
INDUSTRIA	6	26%
AGRICOLA	1	4%
DOMESTICA	0	0%
GANADERA	1	4%
TOTAL	23	100%

**Figura 29**

*¿Con qué frecuencia está usted expuesto al material particulado?*



El 65% de los encuestados atribuyen la exposición al material particulado principalmente al TRANSPORTE, seguido de la INDUSTRIA. Las actividades agrícola y ganaderas también son mencionadas como fuentes menores de exposición

#### 4.4. Contrastación de hipótesis

### Resultados del comportamiento entre partículas PM<sub>10</sub> y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs)

**Tabla 28**

*Resultado de la Correlación de Rho de Spearman entre Infecciones Respiratorias Aguda (IRAs) y el Material Particulado PM<sub>10</sub>*

		IRAs (N° de Casos)	Material Particulado PM <sub>10</sub>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>IRAs</b>	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.
		N	5
	<b>Material Particulado PM 10</b>	Coefficiente de correlación	,500
		Sig. (bilateral)	,667
		N	5

**Fuente:** *Elaboración propia, adaptada del Software IBM Statistics, 2020.*

Ha: Las concentraciones del polvo atmosférico se relaciona con la salud en el alumnado de las instituciones educativas del distrito de Santa María

Para interpretar adecuadamente el índice de correlación de Spearman entre las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) y el material particulado PM<sub>10</sub>, es esencial comparar el valor obtenido con los siguientes rangos de referencia.

**Tabla 29** *Regla de Decisión*

	Coeficiente cualitativo		Coeficiente cuantitativo
	(+,-)	Correlación nula o inexistente	$0.00 \leq r \leq 0,00$
Muy baja	(+,-)	Correlación positiva o negativa	$0.01 \leq r \leq 0,20$
Baja	(+,-)	Correlación positiva o negativa	$0.21 \leq r \leq 0,40$
Moderada	(+,-)	Correlación positiva o negativa	$0.41 \leq r \leq 0,60$
Alta	(+,-)	Correlación positiva o negativa	$0.61 \leq r \leq 0,80$
Muy Alta	(+,-)	Correlación positiva o negativa	$0.81 \leq r \leq 0,99$
Perfecta	(+,-)	Correlación positiva o negativa	$1.00 \leq r \leq 1,00$

**Fuente:** Regla de Decisión de Spearman

Tenemos:

$$p - \text{valor} = 0.667$$

$$\text{Índice de Correlación} = 0,500$$

Por lo tanto, se puede afirmar que se aprueba la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), lo que indica que las concentraciones de polvo atmosférico están relacionadas de manera alta directamente con la salud de los estudiantes en las instituciones educativas del distrito de Santa María. Esto sugiere que el aumento en los niveles de partículas PM10 podría estar contribuyendo a un incremento en las Infecciones.

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Discusión de los resultados

Al comparar los resultados obtenidos con los de Fernández (2022), cuya investigación se centró en establecer la relación entre el material particulado atmosférico y las enfermedades cardio-respiratorias en la población de la comuna de Los Ángeles, se destacan varias similitudes y enfoques metodológicos. En su estudio, Fernández aplicó el modelo estadístico Rho de Spearman, lo cual también fue relevante para nuestra investigación. Además, la base de datos de enfermedades se organiza en tres grupos etarios, a incluir tanto el sistema respiratorio como el circulatorio.

En nuestra investigación, se consideran las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) obtenidas del Centro de Salud Santa María, en comparación con los datos de material particulado extraídos de los registros en línea del SINCA. A diferencia de la investigación de Fernández, que incluyó un monitoreo seguido de análisis en laboratorio, nuestros datos se basaron en registros existentes.

Los resultados mostraron que el aumento diario en la concentración de PM10 se tradujo en un incremento del 1% al 3% en las hospitalizaciones y urgencias. Asimismo, semejante al estudio de Fernández, nuestra investigación reveló una asociación alta y directa entre las concentraciones de polvo atmosférico y la salud de los estudiantes en las instituciones educativas del distrito de Santa María. Estos hallazgos enfatizan la importancia de monitorear la calidad del aire, ya que el material particulado tiene un impacto significativo en la salud respiratoria de la población infantil y resaltan la necesidad de implementar medidas efectivas para reducir la exposición a contaminantes atmosféricos.

Según la investigación de Vásquez (2023), que analiza el material sedimentable y su influencia en la calidad del aire en un centro de salud, se consideraron 10 puntos de monitoreo, en contraste con los 3 puntos seleccionados en nuestra investigación. Para el procesamiento de datos, Vásquez implementó la prueba estadística de Rho de Spearman. Los resultados indicaron que, en el exterior del centro de salud, los niveles de material particulado sedimentable alcanzaron



una concentración de 3,22 mg/cm<sup>2</sup> por mes. En cambio, en el interior se registraron niveles significativamente más bajos, de 0,19 mg/cm<sup>2</sup>.

En nuestra investigación, los niveles de material particulado fueron inferiores a 100 µg/m<sup>3</sup>, cumpliendo así con los Estándares de Calidad Ambiental. Estos hallazgos resaltan la presencia de altas concentraciones de material particulado sedimentable en el exterior, lo que sugiere un potencial impacto en la salud pública. En respuesta a estas preocupaciones, se elaboró un programa de prevención y corrección. Semejante al estudio de Vásquez, nuestra investigación también encontró una evaluación alta entre las concentraciones de material particulado y la salud de los alumnos en las instituciones educativas. Estos resultados subrayan la importancia de implementar estrategias para mitigar la exposición al material particulado y proteger la salud de la comunidad estudiantil.

Chagua (2022) realizó una investigación para evaluar la variación temporal del material particulado y su asociación con el número de consultas por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs). En su estudio, llegó a la conclusión de que tanto el año como la estación climática tuvieron un efecto significativo sobre la concentración de material particulado, lo que se relacionó moderadamente con el número de consultas por asma en menores.

En comparación, nuestra investigación encontró una asociación alta entre las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) y el material particulado PM10 en el alumno del distrito de Santa María. Estos hallazgos refuerzan la evidencia de que las condiciones ambientales, incluidas las variaciones en el material particulado, pueden influir en la salud respiratoria de los estudiantes. La similitud entre los resultados de ambos estudios subraya la importancia de seguir investigando la relación entre la calidad del aire y la salud pública, así como la necesidad de implementar medidas de control y prevención para proteger a la población más vulnerable.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Las conclusiones resaltan la necesidad urgente de monitorear la calidad del aire en las instituciones educativas del Distrito de Santa María. Se sugiere que se deben implementar estrategias enfocadas en reducir la exposición a contaminantes ambientales. Esto implica que es fundamental adoptar medidas adicionales para proteger la salud de los estudiantes y promover un entorno educativo saludable.

- Asociación alta con IRAs: Se consideró una asociación alta entre la concentración de polvo atmosférico y la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en los estudiantes. Este hallazgo indica que, a medida que aumentan los niveles de material particulado en el aire, también se incrementa el riesgo de que los estudiantes sufran de infecciones respiratorias, lo que subraya la necesidad de tomar para reducir la exposición a estos contaminantes.
- Niveles de Polvo Atmosférico Sedimentable: Se logró determinar con precisión los niveles de polvo atmosférico sedimentable en las diferentes instituciones educativas del distrito de Santa María. Esto sugiere que los estudiantes que pasan mucho tiempo en estas instituciones podrían experimentar efectos adversos para la salud, de intensidad moderada, como resultado de la exposición prolongada a estos niveles de contaminación.
- Concentraciones exceden normas de la OMS: Se supervisa que las instituciones educativas del distrito de Santa María presentan concentraciones de polvo atmosférico sedimentable que superan las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con niveles de PM10 que exceden los 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sin embargo, según el estándar de calidad ambiental peruano, los niveles se mantienen por debajo de los 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Esta discrepancia sugiere que, aunque los niveles están dentro de los límites peruanos, siguen siendo preocupantes desde la perspectiva internacional, lo que podría tener implicaciones para la salud pública y la calidad del aire en la región.
- Impacto en el rendimiento académico: Se identificó una competencia alta entre la concentración de polvo atmosférico sedimentable y la salud del alumno de las instituciones educativas del distrito de Santa María. Esta relación afecta el rendimiento académico de los estudiantes, ya que las ausencias por infecciones respiratorias pueden

distraer a los alumnos durante las clases. Por lo tanto, es crucial abordar la calidad del aire en los entornos educativos para minimizar el impacto negativo en la salud y el aprendizaje de los estudiantes.

## **6.2. Recomendaciones**

La identificación y priorización de escuelas con niveles elevados de polvo atmosférico sedimentable permitirá implementar medidas correctivas específicas, reduciendo así la exposición de los estudiantes a contaminantes nocivos. Esto no solo contribuirá a mejorar su salud, sino también su capacidad del aprendizaje y rendimiento académico.

- Se recomienda llevar a cabo un muestreo exhaustivo en todas las instituciones educativas del distrito de Santa María para obtener datos representativos sobre la concentración de polvo atmosférico sedimentable. Este enfoque permitirá obtener una visión clara y precisa de la calidad del aire en cada escuela, identificando variaciones y patrones que podrían influir en la salud de los estudiantes.
- Es fundamental identificar las escuelas que superan los límites aceptables de material particulado y priorizar medidas correctivas en estas áreas. Al centrarse en las instituciones con mayores niveles de contaminación, se podrá reducir efectivamente la exposición de los estudiantes a riesgos para la salud, mejorando así su bienestar y rendimiento académico.
- Se sugiere realizar evaluaciones periódicas de los niveles de polvo atmosférico sedimentable, en relación con los estándares de calidad ambiental establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las normativas peruanas. Esta práctica asegurará que las políticas y medidas adoptadas se mantengan actualizadas y efectivas para la protección de la salud pública.
- Se propone establecer un programa regular de monitoreo de la calidad del aire en las escuelas, con una frecuencia adecuada para detectar cambios a corto y largo plazo en los niveles de polvo atmosférico sedimentable. Este programa debe incluir procedimientos claros para la recolección de datos, así como mecanismos de comunicación de resultados a la comunidad educativa, fomentando así la conciencia sobre la importancia de un aire limpio y saludable.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS

### 7.1. Fuentes bibliográficas

- Acero, T. (2003). Estudio preliminar de contaminación atmosférica por asbesto en el Centro de Lima. *Revista Peruana De Química E Ingeniería Química*, 6(2), 57-63. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4966>
- Agencia de protección ambiental de Estados Unidos (26 de junio de 2023). *Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés)*. [https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles#:~:text=PM%20significa%20material%20particulado%20\(tambi%C3%A9n,se%20encuentran%20en%20el%20aire.](https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles#:~:text=PM%20significa%20material%20particulado%20(tambi%C3%A9n,se%20encuentran%20en%20el%20aire.)
- Agencia de protección ambiental de Estados Unidos. (23 de abril de 2024). *Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente*. <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>
- Betetta, J. (2019). *Los efectos de la contaminación ambiental por micropartículas PM2.5 y PM10 en la presencia de enfermedades respiratorias en los pobladores del distrito de Ate* [Tesis de pregrado, Universidad Garcilaso de la Vega]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5283>
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Editorial San Marcos.
- Castro, M. (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*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1989>
- Chagua, K. (2022). *Asociación del material particulado (PM10-PM2.5) con las enfermedades respiratorias en Jesús María* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/6471>
- Cifuentes, P., Rodríguez-Fernández, A., Luengo, C., & Tapia, L. (2021). *Relación*

- entre contaminación atmosférica y consultas por enfermedades respiratorias en atención primaria de urgencia. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 36(4), 260–267.  
<https://revchilenfermrespir.cl/index.php/RChER/article/view/960>
- Condoy, E. y Minga, F. (2021). *Evaluación del potencial arbóreo para la retención de polvo atmosférico en la zona urbana de la ciudad de Cuenca* [Tesis pre grado, Universidad Del Azuay]. Repositorio Institucional.  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10884>
- Creswell, J. (2009). *Research design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3rd ed). <https://institutorambell.blogspot.com/2021/02/disenodeinvestigacion.html>
- Cruz, R., Domínguez, A. J., Estrada, L. G., Martínez, D. P., Witrago, M. V., y Violante, A. E. (2022). Lo que debemos de saber sobre las partículas atmosféricas PM10. *Jóvenes en la ciencia*, 16, 1–8.  
<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3517>
- Davila, E. (18 de abril 2024). "Lima tiene la mayor contaminación de aire por la alta densidad de vehículos": el problema invisible de tener el peor tráfico en Latinoamérica. Edu.  
<https://puntoedu.pucp.edu.pe/coyuntura/lima-tiene-la-mayor-contaminacion-de-aire-por-la-alta-densidad-de-vehiculos/#:~:text=%C2%ABLas%20emisiones%20que%20generan%20la,veh%C3%ADculos%20que%20funcionan%20a%20di%C3%A9sel%C2%BB>.
- Echeverri, C. (2019). Contaminación atmosférica. Colombia: Ediciones de la U.
- Feng, W., Zhang, Y., Huang, L., Guo, Q., peng, H. and Shi, L. (2022). Spatial distribution, pollution characterization, and risk assessment of environmentally persistent free radicals in urban road dust from central China. *Environmental*, 298, 118861.  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118861>
- Fernández, A. (2022). *Estudio del impacto de las concentraciones de MP2,5 y MP10 en las enfermedades respiratorias de la población de la comuna de los Ángeles* [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Repositorio Bibliotecas UdeC  
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/10509>

- Garrido, A. P. y Camargo, Y. (2012). Partículas respirables en el aire: generalidades y monitoreo en Latinoamérica. *Revista INGE CUC*, 8(1), 293–312. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/268>
- Generalitat de Catalunya (02 de mayo del 2023). *Calidad de aire*. <https://mediambient.gencat.cat/es/dades-documentacio/atencio-a-la-ciudadania/preguntes-frequents/atmosfera/qualitat-aire/index.html>
- Guerra, L. y Guty, R. (2022). *Evaluación espacial de concentraciones de polvo atmosférico sedimentable (PAS) y propuesta de una alternativa de purificación en la Urbanización La Libertad – distrito de Comas, 2021* [tesis de pregrado, Universidad privada del Norte]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/33949>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación* (2da ed). Mc Graw Hill Interamericana.
- Instituto de la calidad ambiental (8 de mayo del 2023). *Sobre ECA para aire*. <https://institutoambiental.pe/eca-para-aire/>
- Jorquera, H. (2015). *Introducción a la contaminación atmosférica*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Loaiza-Ceballos, M., Marin-Palma, D., Zapata W, Hernandez. J. (2022) Viral respiratory infections and air pollutants. *Air Qual Atmos Health*, 15(1), 105-114. doi: 10.1007/s11869-021-01088-6.
- Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., Mamani, D. y Valderrama, A. (2008). Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos – Lima. *Revista del Centro de Desarrollo e Investigación en Termofluidos*, 3, 49 – 58. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/rev\\_cedit/2008\\_V03/pdf/a06v3.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/rev_cedit/2008_V03/pdf/a06v3.pdf)
- Massolo, L. y (Castagnasso, C. (2022). Modelos de dispersión de contaminantes en aire. En L. Massolo (Ed.). *Modelos de dispersión de contaminantes en ambiente* (pp 54 – 75). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata

[https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/149319/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/149319/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Méndez, A. y Morán, V. (2020). *Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del cercado de Tacna 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada De Tacna]. Repositorio. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1720>

Ministerio de Salud, (1987). *Programa nacional de prevención y control de las infecciones respiratorias agudas*. <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2431.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2016). *Glosario de términos*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

Montanari, D., Calessio E., Raya M. T., Wiegand, F. & Pereira, F. (2010). Analysis of the sulfate aerosol scavenging processes in the metropolitan area of Porto Alegre (MAPA), RS, Brazil. *Atmospheric Pollution Research*, (1) 2, 82-93. <https://doi.org/10.5094/APR.2010.011>

Oklahoma Department of Environmental Quality. (2022). *Particulate Matter*. <https://www.deq.ok.gov/wp-content/uploads/deqmainresources/ParticulateMatter.pdf>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978.8#:~:text=El%20monitoreo%20es%20una%20de.un%20determinado%20periodo%20de%20tiempo](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978.8#:~:text=El%20monitoreo%20es%20una%20de.un%20determinado%20periodo%20de%20tiempo).

Organización Mundial de la Salud. (2005). *OMS Guías de Calidad del Aire Actualización Mundial 2005*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52697>

Organización Mundial de la Salud (4 de abril de 2022). *Miles de millones de personas siguen respirando aire insalubre: nuevos datos de la OMS*. <https://www.who.int/es/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data>

- Paredes, Y. y Surco, A. (2020). Relación entre las enfermedades respiratorias y la concentración de material particulado PM10 en Arequipa 2019 [tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4118>
- Parra - Sánchez, J. S., Oviedo - Carrascal, A. I. O., & Amaya - Fernandez, F. (2020). Analítica de datos: incidencia de la contaminación ambiental en la salud pública en Medellín (Colombia). *Revista de Salud Pública*, 22(6), 1-9. <https://doi.org/10.15446/rsap.v22n6.78985>
- Pedraza, J. (6 de septiembre de 2023). *Clearing the air: advancing regional efforts for clean air in Latin America and the Caribbean*. <https://www.sei.org/perspectives/clearing-the-air/>
- Pénard-Morand, C. & Annesi-Maesano I. (2004). Air pollution: from sources of emissions to health effects. *Epidemiology of Allergic and Respiratory Diseases (EPAR) 1* (2), 108 – 119. <https://breathe.ersjournals.com/content/breathe/1/2/108.full.pdf>
- Queensland Government (22 de Junio de 2023). *Meteorological factors*. <https://www.qld.gov.au/environment/management/monitoring/air/air-monitoring/meteorology-influence/meteorology-factors>
- Rodríguez, L., Sierra, R., & Blanco, L. (2020). Análisis espacial de las concentraciones de PM2,5 en Bogotá según los valores de las guías de la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud para enfermedades cardiopulmonares, 2014-2015. *Biomédica*, 40, 137–152. <https://doi.org/10.7705/biomedica.4719>
- Romero, M., Diego, F., y Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2), 1-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223214848008>
- Santillán, P., Rodríguez, M. Orozco, J., Ríos, I., & Bayas, K., (2021). Evaluación de la concentración y distribución espacial de material particulado en los campus de la UNACH - Riobamba. *Novasinerгия*. 4(2). 111-126. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.07>
- Saffon, I., Costa. Y., J., y Betancur, J., F. (2022). Calidad del aire y su relación con enfermedades respiratorias en la ciudad de Manizales. *Naturaleza Y Sociedad. Desafíos Medioambientales*, (2), 129-142. <https://doi.org/10.53010/nys2.06> Shen, M., Liu, G. Yin,



- H., & Zhou, L. (2022). Distribution, sources and health risk of PAHs in urban air-conditioning dust from Hefei, East China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 194, 110442. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110442>
- Simoës, E., Cherian, T., Chow, J., Shahid-Salles, S., Laxminarayan, R. & John, J. (2006). Acute Respiratory Infections in Children. En D. Jamison, J. Breman, A. Measham, G. Alleyne, M. Claeson, D. Evans, P. Jha, A. Mills, & P. Musgrove (Eds). *Disease Control Priorities in Developing Countries* (pp. 483 - 497). 2nd edition. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11786/>
- Universidad Nacional Abierta Indira Gandhi. (2017). *Meteorological aspects of Air Pollution*. <https://egyankosh.ac.in/handle/123456789/13539>
- Vásconez J. (2023). Evaluación de la calidad del aire (partículas sedimentables) en el centro de Salud Echeandía mediante coladores pasivos, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VASCONEZ%20BRICE%C3%91O%20JORDAN%20ANDRES.pdf>
- Waner, K. y Warner, C. (2012). Contaminación del aire origen y control. Editorial Limusa S.A.
- Zhou, L. (2021). Characteristics of indoor dust in an industrial city: Comparison with outdoor dust and atmospheric particulates. *Chemosphere*, 272, 129952, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129952>

# **ANEXOS**

## Anexo 1.

### Figura 30

#### Informe de ensayo del laboratorio del punto CA -01



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 07822L/24-MA

Pag. 1 / 2

ORGANISMO ACREDITADO	:	INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C
REGISTRO DE ACREDITACIÓN	:	N° LE - 031
CLIENTE	:	COMPañIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
DIRECCIÓN	:	CAL.23 DE ABRIL NRO. 2 A.H. 23 DE ABRIL (A 2 CUADRAS DE LA UNJFSC) LIMA - HUAURA - HUACHO
PRODUCTO	:	AIRE
MATRIZ	:	AIRE
NÚMERO DE MUESTRAS	:	2
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS	:	FILTROS PM10, PM2.5
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS	:	MUESTRAS RECOLECTADAS POR INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	:	P-OMA-001,P-OMA-047
FECHA DE MUESTREO	:	14/05/2024, 15/05/2024
LUGAR DE MUESTREO	:	MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE - PROYECTO DE TESIS
REFERENCIA DEL CLIENTE	:	--
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS	:	18/05/2024
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO	:	18/05/2024
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	:	22/05/2024
SOLICITUD DE SERVICIO	:	SS-05040-24 - OMA

Callao, 22 de Mayo de 2024

Inspectorate Services Perú S.A.C  
A Bureau Veritas Group Company



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 031



Registro N° LE - 031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 07822L/24-MA

Pag. 2 / 2

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Estación de Muestreo		CA-01
Fecha de Muestreo (**)		15/05/2024
Hora de Muestreo (**)		14:30
Código de Laboratorio		008128-0005
Georeferencia	Coordenadas WGS84	E: 218081 - N: 8773493
Matriz		A1

Ensayos Medio Ambiente

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen)	ug/m3	2,000	1,200	46,955
Material Particulado PM10 (Alto Volumen)				
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Material particulado	ug/m3	0,071	0,059	80,237

MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Material Particulado PM10 (Alto Volumen)	NTP 900.030 2018 MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad de Aire. Método de Referencia para la determinación de Material particulado respirable como PM10 en la Atmósfera.
Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen)	NTP 900.069 2017 MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad del aire. Método de referencia para la determinación de material particulado fino como PM2.5 en la atmósfera.

MATRICES

MATRIZ	DESCRIPCIÓN
A1	AIRE

NOTAS

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

"L.C." significa Límite de cuantificación.

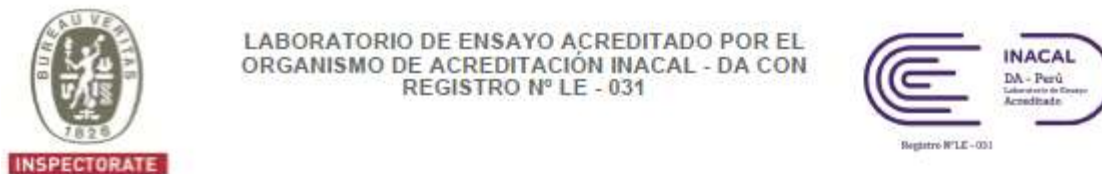
"L.D." significa Límite de detección.

(\*\*) Hace referencia a la fecha y hora final del muestreo.

## Anexo 2.

### Figura 31

#### Informe de ensayo del laboratorio del punto CA -02



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 07820L/24-MA

Pag. 1 / 2

ORGANISMO ACREDITADO	: INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C
REGISTRO DE ACREDITACIÓN	: N° LE - 031
CLIENTE	: COMPAÑIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
DIRECCIÓN	: CAL.23 DE ABRIL NRO. 2 A.H. 23 DE ABRIL (A 2 CUADRAS DE LA UNJFSC) LIMA - HUAURA - HUACHO
PRODUCTO	: AIRE
MATRIZ	: AIRE
NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS	: FILTROS PM10, PM2.5
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS	: MUESTRAS RECOLECTADAS POR INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: P-OMA-001;P-OMA-047
FECHA DE MUESTREO	: 13/05/2024, 14/05/2024
LUGAR DE MUESTREO	: MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE - PROYECTO DE TESIS
REFERENCIA DEL CLIENTE	: --
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS	: 18/05/2024
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO	: 18/05/2024
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 22/05/2024
SOLICITUD DE SERVICIO	: SS-05040-24 - OMA

Callao, 22 de Mayo de 2024

Inspectorate Services Perú S.A.C  
A Bureau Veritas Group Company



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 031



Registro N° LE - 031

## INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 07820L/24-MA

Pag. 2 / 2

### RESULTADOS DE ANÁLISIS

Estación de Muestreo		CA-02
Fecha de Muestreo (**)		14/05/2024
Hora de Muestreo (**)		10:00
Código de Laboratorio		008121-0003
Georeferencia	Coordenadas WGS84	E: 216522 - N: 8771235
Matriz		AJ

### Ensayos Medio Ambiente

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen)	ug/m3	2,000	1,200	51,728
Material Particulado PM10 (Alto Volumen)				
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Material particulado	ug/m3	0,071	0,059	97,102

### MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Material Particulado PM10 (Alto Volumen)	NTP 900.030 2018 MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad de Aire. Método de Referencia para la determinación de Material particulado respirable como PM10 en la Atmósfera.
Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen)	NTP 900.069 2017 MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad del aire. Método de referencia para la determinación de material particulado fino como PM2.5 en la atmósfera.

### MATRICES

MATRIZ	DESCRIPCIÓN
AJ	AIRE

### NOTAS

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

\*L.C.\* significa Límite de cuantificación.

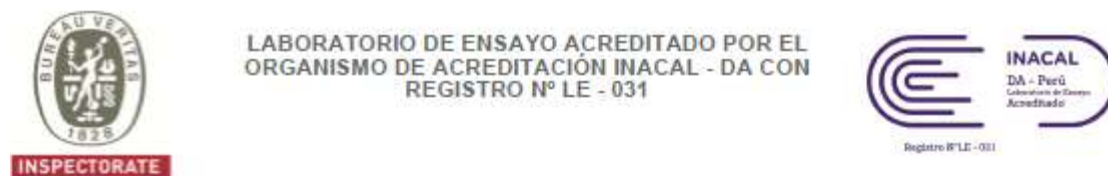
\*L.D.\* significa Límite de detección.

(\*\*) Hace referencia a la fecha y hora final del muestreo.

### Anexo 3.

### Figura 32

### Informe de ensayo del laboratorio del punto CA -03



### INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 07821L/24-MA

Pag. 1 / 2

ORGANISMO ACREDITADO	:	INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C
REGISTRO DE ACREDITACIÓN	:	N° LE - 031
CLIENTE	:	COMPAÑIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
DIRECCIÓN	:	CAL.23 DE ABRIL NRO. 2 A.H. 23 DE ABRIL (A 2 CUADRAS DE LA UNJFSC) LIMA - HUAURA - HUACHO
PRODUCTO	:	AIRE
MATRIZ	:	AIRE
NÚMERO DE MUESTRAS	:	2
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS	:	FILTROS PM10, PM2.5
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS	:	MUESTRAS RECOLECTADAS POR INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	:	P-OMA-001,P-OMA-047
FECHA DE MUESTREO	:	13/05/2024, 14/05/2024
LUGAR DE MUESTREO	:	MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE - PROYECTO DE TESIS
REFERENCIA DEL CLIENTE	:	-- 8
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS	:	18/05/2024
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO	:	18/05/2024
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	:	22/05/2024
SOLICITUD DE SERVICIO	:	SS-05040-24 - OMA

Callao, 22 de Mayo de 2024

Inspectorate Services Perú S.A.C  
A Bureau Veritas Group Company



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 031



Registro Nº LE - 031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 07821L/24-MA

Pag. 2 / 2

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Estación de Muestreo	CA-03
Fecha de Muestreo (**)	14/05/2024
Hora de Muestreo (**)	17:30
Código de Laboratorio	008125-0004
Georeferencia	Coordenadas WGS84
	E: 217483 - N: 8771243
Matriz	A1

Ensayos Medio Ambiente

Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen)	ug/m3	2,000	1,200	48,279
Material Particulado PM10 (Alto Volumen)				
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Material particulado	ug/m3	0,071	0,059	61,923

MÉTODOS DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Material Particulado PM10 (Alto Volumen)	NTP 900.030 2018 MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad de Aire. Método de Referencia para la determinación de Material particulado respirable como PM10 en la Atmósfera.
Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen)	NTP 900.069 2017 MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad del aire. Método de referencia para la determinación de material particulado fino como PM2.5 en la atmósfera.

MATRICES

MATRIZ	DESCRIPCIÓN
A1	AIRE

NOTAS

Las muestras que ingresaron al Laboratorio en condiciones idóneas para la realización de los análisis solicitados; se emiten acreditadas según alcance ante INACAL-DA.

"L.C." significa Límite de cuantificación.

"L.D." significa Límite de detección.

(\*\*) Hace referencia a la fecha y hora final del muestreo.



Anexo 4

Figura 33

Cadena de custodia del punto CA – 01

		CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO DE AIRE Y EMISIONES				Código: F-OMA-065 Versión: 08 Fecha: 13/11/2022																									
<b>CLIENTE :</b> COMPAÑIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		<b>N° ORDEN DE SERVICIO :</b> LMA: _____ ONA: SS-05040-24		Hora: 1 de 1		<b>TIPO DE SERVICIO</b>																									
<b>PERSONA DE CONTACTO :</b> DORIS RUFFINO ZEVALLOS		<b>N° SOLICITUD DE SERVICIO (SS) (LAB) :</b> 8128-24/070		<b>DATOS DEL ENVÍO</b>		Semanal: -- Semestral: -- Anual: -- Otros: X																									
<b>CORREO / TELÉFONO :</b> 912 174 122		<b>Provincia:</b> HUÁURA		Fecha: -- Hora: -- Agencia: -- Vehículo: -- Agencia Terrestre: X Vehículo particular (staca): --		Semanal: -- Semestral: -- Anual: -- Otros: X																									
<b>LUGAR DE MUESTREO (PROCEDENCIA/PROYECTO) :</b> MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE - PROYECTO DE TESIS		<b>Provincia:</b> HUÁURA		Departamento: LIMA		Semanal: -- Semestral: -- Anual: -- Otros: X																									
<b>PROCEDENCIA:</b> Director: SANTA MARIA		<b>ESTACIÓN DE MONITOREO:</b> CA-01		<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN :</b> A 15 METROS DE UNA LOSA DEPORTIVA DE LA I.E MARIA TERESA DE CALCUTA - CHONTA		<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b> (De contar con Estación Meteorológica, anotar los datos iniciales/finales atmosféricas en el equipo) y para calcular el VES utilizar el promedio de las horas mencionadas de acuerdo al parámetro. Si no es posible usar Estación Meteorológica, se usará datos de fuentes externas o similares:																									
<b>GEOREFERENCIA (UTM / WGS84):</b>		E ALTITUD (m s.n.m.): 86 N ZONA (17, 18 ó 19): 18		T° atmosférica inicial (°C): 21 T° atmosférica final (°C): 23		Presión atmosférica inicial (mmHg): 751.6 Presión atmosférica final (mmHg): 752.0																									
% Humedad relativa inicial: 72 % Humedad relativa final: 60																															
DATOS DEL MUESTREO																															
FECHA Y HORA DE MUESTREO		CÓDIGO DE FILTRO	TIEMPO TOTAL DE MUESTREO (H)	PARAMETROS (Indicar con "X" la especie)										Gases atmosféricos		PM (part. M <sup>3</sup> )		Recepción muestra													
INICIO	FINAL			PM 10 HV	PM 10 LV	PM 2.5 HV	PM 2.5 LV	PTS	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>3</sub>	VOCS - Benzeno	VOCs	HCT	HCT - gaseoso	HONO	NH <sub>3</sub>	METALES	VHS (µg/m <sup>3</sup> )	Ovos	SI	NO	INICIO	FINAL	Presión	SI	NO	OBS
14/05/2024 14:30	15/05/2024 14:30	O00944	24	X																	1690	--	--	X	16.96	18.16	14.38				
14/05/2024 14:20	15/05/2024 14:20	F-353	24			X															24.5	--	--	X	16.7	16.7	16.7				
<b>Observaciones:</b>																															
<b>DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO</b>																<b>SIGLAS</b>															
EQUIPO		MARCA		MODELO		SERIE		CÓDIGO INTERNO		PM 10 = Material Particulado <10 micras PM 2.5 = Material Particulado < 2.5 micras PTS = Partículas Totales en Suspensión CO = Monóxido de Carbono SO <sub>2</sub> = Dióxido de Azufre NO <sub>2</sub> = Dióxido de Nitrógeno NO <sub>x</sub> = Óxido de Nitrógeno H <sub>2</sub> S = Sulfuro de Hidrógeno O <sub>3</sub> = Ozono VOCs = Compuestos Orgánicos Volátiles HCT - gaseoso = Hidrocarburos Totales gaseoso HCT - líquido = Hidrocarburos Totales líquido HCT = Hidrocarburos Totales Volumen estándar (VNE) = Volumen estándar Gaseoso Total																					
MUESTREADOR PM 10	TISCH	VOLUMETRICO	S/N: P4891PM10-1	ELAB-1806																											
MUESTREADOR PM 2.5	BGI	PQ-200	2646	ELAB-4037																											
ESTACION METEOROLOGICA	DAVIS	VANTAGE PRO 2	S/N: AM140204018	ELAB-2135																											
MANOMETRO	DWYER		P95790-012	ELAB-3658																											
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR:																															
INSPECTORATE <input checked="" type="checkbox"/> EL CLIENTE <input type="checkbox"/>																RECUERDO															
Datos del inspector responsable del muestreo:																Datos del personal responsable del servicio designado por el cliente:															
Firma: _____ Nombre: JOEL SUAREZ ALVAREZ Fecha: 15/05/24 Hora: 19:00																Firma: _____ Nombre: DORIS RUFFINO Fecha: 16/05/2024 Hora: 07:00															
Información proporcionada por: BUREAU VERITAS																Datos del personal responsable de Recepción de Muestras:															
Firma: _____ Nombre: _____ Fecha: _____																Firma: _____ Nombre: _____ Fecha: 18 MAY 2024															

INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.  
A Bureau Veritas Group Company

Anexo 5.

Figura 34


Cadena de Custodia del punto CA - 02

CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO DE AIRE Y EMISIONES										Código: F-OMA-065 Versión: 08 Fecha: 13/11/2022																																															
<b>CLIENTE</b> COMPANIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.			<b>N° ORDEN DE SERVICIO</b> LIMA: OMA: SS-05049-24			<b>DATOS DEL ENVIO</b>			<b>TIPO DE SERVICIO</b>																																																
<b>PERSONA DE CONTACTO</b> DORIS RUFINO ZEVALLOS			<b>N° SOLICITUD DE SERVICIO (SS) (LARE)</b> 8121-241095			Fecha: -- Hora: -- Verificado: -- Verificado: -- Agencia: -- Cliente: -- Terrestre: X Vehículo particular: -- (patio): --			Semanal: -- Semestral: -- Mensual: -- No periódico: -- Trimestral: -- Otro: X Anual: --																																																
<b>LUGAR DE MUESTREO (PROCEDENCIA/PROYECTO)</b> MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE - PROYECTO DE TESIS			Provincia: HUAYURA			Departamento: LIMA																																																			
<b>PROCEDENCIA:</b> Distrito: SANTA MARIA																																																									
<b>ESTACIÓN DE MONITOREO:</b> CA-02		<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN:</b>		EN EL TECHO DEL AREA ADMINISTRATIVA DE LA I.E LUIS FABIO XAMMAR JURADO		<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b> De contar con Estación Meteorológica, anotar los datos iniciales/finales atmosféricas en el equipo; y para calcular el VPM utilizar el promedio de las horas monitoreadas de acuerdo al parámetro, si no se cuenta con Estación Meteorológica, se usará datos de fuentes altísimas o estimadas.																																																			
<b>GEOREFERENCIA (UTM / WGS84):</b>		Q 216 622 E ALTITUD (m.s.n.m.): 51				Tª atmosférica inicial (°C): 22 Presión atmosférica inicial (mmHg): 758.29 % Humedad relativa inicial: 79																																																			
		8 771 235 N ZONA (17, 18 o 19): 18				Tª atmosférica final (°C): 21 Presión atmosférica final (mmHg): 757.5 % Humedad relativa final: 81																																																			
DATOS DEL MUESTREO																																																									
FECHA Y HORA DE MUESTREO				PARÁMETROS (abreviar con "1" si aplica)																																																					
INICIO	FINAL	CODIGO DE FILTRO	TIEMPO TOTAL DE MUESTREO (H)	PM 10 HV	PM 10 LV	PM 2.5 HV	PM 2.5 LV	PTB	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>3</sub>	VOCs - Benzeno	VOCs	HCT	HCT- como hexano	HCNM	NO <sub>3</sub>	METALES	Veloc (m/s)	Otros	Equipos atmosféricos		SI (brn. M0)		Recepción contenedores																													
13/05/2024 10:00	14/05/2024 10:00	O00654	24	X																		1553	--	X	18.86	19.36	19.01																														
13/05/2024 10:00	14/05/2024 10:00	F-298	24				X															24.3	--	X	16.7	16.7	16.7																														
OBSERVACIONES:				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6">DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO</th> </tr> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>MARCA</th> <th>MODELO</th> <th>SERIE</th> <th colspan="2">CÓDIGO INTERNO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MUESTREADOR PM 10</td> <td>TISCH</td> <td>VOLUMETRICO</td> <td>S/N: P9591-PM10-1</td> <td colspan="2">ELAB-1022</td> </tr> <tr> <td>MUESTREADOR PM 2.5</td> <td>ISCH</td> <td>PG-200</td> <td>2846</td> <td colspan="2">ELAB-4057</td> </tr> <tr> <td>ESTACION METEOROLOGICA</td> <td>DAVIS</td> <td>VANTAGE PRO 2</td> <td>S/N: AM14020618</td> <td colspan="2">ELAB-2135</td> </tr> <tr> <td>MANOMETRO</td> <td>DAVYER</td> <td>IP95759-012</td> <td></td> <td colspan="2">ELAB-3858</td> </tr> </tbody> </table>																		DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO						EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO INTERNO		MUESTREADOR PM 10	TISCH	VOLUMETRICO	S/N: P9591-PM10-1	ELAB-1022		MUESTREADOR PM 2.5	ISCH	PG-200	2846	ELAB-4057		ESTACION METEOROLOGICA	DAVIS	VANTAGE PRO 2	S/N: AM14020618	ELAB-2135		MANOMETRO	DAVYER	IP95759-012		ELAB-3858	
DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO																																																									
EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO INTERNO																																																					
MUESTREADOR PM 10	TISCH	VOLUMETRICO	S/N: P9591-PM10-1	ELAB-1022																																																					
MUESTREADOR PM 2.5	ISCH	PG-200	2846	ELAB-4057																																																					
ESTACION METEOROLOGICA	DAVIS	VANTAGE PRO 2	S/N: AM14020618	ELAB-2135																																																					
MANOMETRO	DAVYER	IP95759-012		ELAB-3858																																																					
Información proporcionada por: BUREAU VERITAS				INSPECTORATE <input checked="" type="checkbox"/>				EL CLIENTE <input type="checkbox"/>				SIGLAS PM 10 = Material Particulado <10 micras PM 2.5 = Material Particulado < 2.5 micras PTB = Partículas Totales en Suspensión CO = Monóxido de Carbono SO <sub>2</sub> = Dióxido de Azufre NO <sub>2</sub> = Dióxido de Nitrógeno NO <sub>x</sub> = Óxido de Nitrógeno H <sub>2</sub> S = Sulfuro de Hidrógeno O <sub>3</sub> = Ozono VOCs = Hidrocarburos No Saturados VOCs = Compuestos Orgánicos Volátiles HCT-Hexano = Hidrocarburos Totales en Hexano HCT = Hidrocarburos Totales HCNM = Hidrocarburos No Metano NO <sub>3</sub> = Nitrato Metales = Metales Veloc = Velocidad del viento Otros = Otros SI = Muestreo SI = Muestreo SI = Muestreo																																													
Datos del inspector responsable del muestreo: Firma: Nombre: JOEL SUAREZ ALVAREZ Fecha: 15/05/24 Hora: 19:00				Datos del personal responsable del servicio designado por el cliente: Firma: Nombre: DORIS RUFINO Fecha: 16/05/2024 Hora: 07:00				Datos del personal responsable de Recepción de Muestras: Firma: Nombre: Fecha: 18 MAY 2024 Hora: 08:00																																																	

Anexo 6.

Figura 35

Cadena de custodia del punto CA – 03

		CADENA DE CUSTODIA - MONITOREO DE AIRE Y EMISIONES										Código: F-OMA-065 Versión: 08 Fecha: 13/11/2022																																		
<b>CLIENTE :</b> COMPANIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		<b>N° ORDEN DE SERVICIO :</b> LMA: _____ OMA: 88-05940-34		<b>DATOS DEL ENVÍO</b>								<b>TIPO DE SERVICIO</b>																																		
<b>PERSONA DE CONTACTO :</b> DORIS RUFINO ZEVALLOS		<b>N° SOLICITUD DE SERVICIO (S9) (L-AB) :</b> 8025-24/010		Fecha: _____ Hora: _____		Semanal: <input type="checkbox"/> Mensual: <input type="checkbox"/>		No periódico: <input type="checkbox"/>		Trimestral: <input type="checkbox"/> Otro: <input checked="" type="checkbox"/>																																				
<b>CORREO / TELÉFONO :</b> 912 174 123		<b>PROVINCIA :</b> HUIBURA		Agencia Área: _____		Vehículo SP: _____		Vehículo Cliente: _____		Mensual: <input type="checkbox"/>																																				
<b>LUGAR DE MUESTRO (PROYECTO/PROYECTO) :</b> MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE - PROYECTO DE TESIS		<b>DEPARTAMENTO :</b> LIMA		Agencia Terrestre: <input checked="" type="checkbox"/>		Vehículo particular (público): _____		Trimestral: <input type="checkbox"/>		Otro: <input checked="" type="checkbox"/>																																				
<b>PROVINCIA :</b> SANTA MARIA		<b>ESTACIÓN DE MONITOREO :</b> CA-03		<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN :</b> EN EL TECHO DEL PABELLON PRINCIPAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN BARTOLOME 20374								<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b> (De correr con Estación Meteorológica, anotar los datos a las 6:00 am aproximadas en el equipo y para calcular el VAD utilizar el promedio de las 6 horas monitoreadas de acuerdo al patrónmetro. Si no se cuenta con Estación Meteorológica, se usará datos de fuentes aéticas o estimadas.)																																		
<b>GEOREFERENCIA (UTM / WGS84) :</b>		D 217 483		E ALTITUD (M.S.N.M.) : 83		T° atmosférica Inicial (°C) : 17		Presión atmosférica inicial (mmHg) : 768.7		% Humedad relativa Inicial : 77																																				
8 771 243		N ZONA (17, 18 ó 19) : 18		T° atmosférica final (°C) : 18		Presión atmosférica final (mmHg) : 764.5		% Humedad relativa final : 78																																						
DATOS DEL MUESTRO																																														
FECHA Y HORA DE MUESTRO		CÓDIGO DE FILTRO	TIEMPO TOTAL DE MUESTRO (H)	PARÁMETROS (Anotar con "X" lo medido)																																										
INICIO	FINAL			PM 10 HF	PM 10 LV	PM 2.5 HV	PM 2.5 LV	PTS	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	VDBS - Resaca	VDBS	HCT	HCT-arena pesada	HCM	MT	METALES	VAD (µg)	Oxos	SI	NO	Inicio	Final	Finalidad	SI	NO	OBS																
13/05/2024	14/05/2024	002942	24	X																1560	--	--	X	17.39	18.75	18.07																				
17:30	17:30																			24.4	--	--	X	16.7	16.7	16.7																				
13/05/2024	14/05/2024	F-282	24				X																																							
17:30	17:30																																													
OBSERVACIONES :				DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO													SIGLAS																													
INFORMACIONES PROPORCIONADA POR : BUREAU VERITAS				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>MARCA</th> <th>MODELO</th> <th>SERIE</th> <th>CÓDIGO INTERNO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MUESTREADOR PM 10</td> <td>TISCH</td> <td>VOLUMETRICO</td> <td>P9103PW10-1</td> <td>ELAB-1808</td> </tr> <tr> <td>MUESTREADOR PM 2.5</td> <td>BCI</td> <td>PQ-200</td> <td>72448</td> <td>ELAB-4531</td> </tr> <tr> <td>ESTACION METEOROLOGICA</td> <td>DAVIS</td> <td>VANTAGE PRO2</td> <td>AM140121054</td> <td>ELAB-2134</td> </tr> <tr> <td>MANOMETRO</td> <td>DWIYER</td> <td>IP56759-012</td> <td></td> <td>ELAB-3658</td> </tr> </tbody> </table>													EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO INTERNO	MUESTREADOR PM 10	TISCH	VOLUMETRICO	P9103PW10-1	ELAB-1808	MUESTREADOR PM 2.5	BCI	PQ-200	72448	ELAB-4531	ESTACION METEOROLOGICA	DAVIS	VANTAGE PRO2	AM140121054	ELAB-2134	MANOMETRO	DWIYER	IP56759-012		ELAB-3658	PM 10 = Material Particulado <10 micras PM 2.5 = Material Particulado <2.5 micras PTS = Partículas Totales en Suspensión CO = Monóxido de Carbono SO <sub>2</sub> = Dióxido de Azufre NO <sub>x</sub> = Dióxido de Nitrogeno NO = Óxido de Nitrogeno H2S = Sulfuro de Hidrogeno O3 = Ozono HCM = Hidrocarburos no Metano VDBS = Compuestos Orgánicos Volátiles HCT = Heces y Indicadores de Escherichia Coli y Bacterias Tesis HCT = Heces y Indicadores de Escherichia Coli y Bacterias Tesis VAD = Volumen atmosférico (µg) Oxos = Oxidos de Nitrógeno SI = Sulfato Inorgánico NO = Nitrogeno OBS = Observaciones				
				EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO INTERNO																																						
				MUESTREADOR PM 10	TISCH	VOLUMETRICO	P9103PW10-1	ELAB-1808																																						
				MUESTREADOR PM 2.5	BCI	PQ-200	72448	ELAB-4531																																						
ESTACION METEOROLOGICA	DAVIS	VANTAGE PRO2	AM140121054	ELAB-2134																																										
MANOMETRO	DWIYER	IP56759-012		ELAB-3658																																										
Datos del inspector responsable del muestreo: Firma: _____ Nombre: JOEL SUAREZ ALVAREZ Fecha: 15/05/24 Hora: _____				INSPECTORATE <input checked="" type="checkbox"/> EL CLIENTE <input type="checkbox"/>				Datos del personal responsable del servicio designado por el cliente: Firma: _____ Nombre: DORIS RUFINO Fecha: 15/05/2024 Hora: 07:55:00				Datos del personal responsable de Recepción de Muestras: Firma: _____ Nombre: _____ Fecha: _____ Hora: _____ 18 MAY 2024 INSPECTORATE SERVICIOS PERU S.A.C. A División Medio Ambiente																																		

## Anexo 7.

### Figura 36

#### Certificado de calibración del equipo de monitoreo Hi - Vol



LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO CL-247



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MA-202305099

Fecha de emisión: 2023-06-01

#### IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Cliente : INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C. Teléfono: (01)6138080  
Dirección : Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Prov. Const. Del Callao

#### EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (EBC)

Descripción : Equipo muestreador de partículas de alto volumen, Hi-Vol (\*)  
Partes del EBC : Controlador de flujo volumétrico y/o Venturi Resolución : No indica  
Marca : Thermo Andersen Identificación / Código : ELAB-1606  
Modelo : VFC Flujo : 1,13 m<sup>3</sup>/min  
N° de serie : P9103FM10-1 Motor de ventilador : 1 HP / 220 V

#### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

##### PATRÓN DE MEDICIÓN Y EQUIPOS AUXILIARES

Descripción	Patrón	Manómetro	Termómetro digital	Barotermohigrómetro
Marca	Tisch	DIWYER	DOSTMANN	VWR
Modelo	TE-HVC-V	475 MARK III	T 995 / P795	89094-760
N° de Serie	104	475-FM	99521040020/21827Pt	210268575
Código	MET-026	MET-017	MET-030	MET-019
Incertidumbre Expandida, k=2	0.6	0.013	0.0165	0.22
Resolución	0.001	0.1	0.001	0.1
Fecha de Calibración	2022-10-10	2022-06-13	2022-07-04	2022-07-04
Fecha de Caducidad	2023-10-10	2023-06-13	2023-07-04	2023-07-04

##### CONDICIONES DEL ÁREA DE TRABAJO

Procedimiento : PLV-002, Vers. 00 - 2020 Fluido utilizado : Aire Ambiente  
Método de calibración : Comparación Directa con Patrón de Referencia Fecha de recepción : 2023-05-30  
Norma de referencia : NOM-035-SEMARNAT-1993 Fecha de calibración : 2023-05-31  
Lugar de Calibración : Laboratorio de Métrica Fecha de emisión : 2023-06-01

	Temperatura ambiental	Humedad relativa	Presión Atmosférica
Inicial :	20.7 ±0.9 °C	59.1 ±0.81 %H.R.	994 ±2.2 hPa
Final :	21.3 ±0.9 °C	62.3 ±1.4 %H.R.	994 ±2.2 hPa

#### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Tabla 1: Resultados de las mediciones del EBC

Caudal nominal m <sup>3</sup> /min	Q <sub>patrón</sub> m <sup>3</sup> /min	Muestreador inH <sub>2</sub> O	Muestreador mmHg	Temperatura °C	Presión Atmosférica mmHg	P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	Caudal del EBC m <sup>3</sup> /min	Error m <sup>3</sup> /min	U (k = 2) m <sup>3</sup> /min	% de DIF <sup>100</sup>
1.13	1.110	19.11	35.66	25.14	745.65	0.952	1.167	0.057	0.0095	-1.770

ING. GARCIA ANTONIO JUAN  
JOSE  
METRICA ANALITICA SOCIEDAD  
ANONIMA CERRADA-METRICA  
ANALITICA S.A.C.  
Firmado con www.tocapu.pe

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea autorizada por escrito de METRICA ANALITICA S.A.C.  
\* Este documento puede ser vendido en las firmas correspondientes. \* Para corroborar la autenticidad del presente informe con respecto al correo: [masa@metritica.com](mailto:masa@metritica.com). \* Cualquier modificación no autorizada, invalida o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables podrán ser procesados de acuerdo a ley.

Tabla 2: Resultados de las mediciones del EBC

Número de Corrida	Q <sub>patrón</sub> m <sup>3</sup> /min	Muestreador in H <sub>2</sub> O	Muestreador mmHg	Temperatura °C	Presión Atmosférica mmHg	P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	Caudal del EBC m <sup>3</sup> /min	U (k=2) m <sup>3</sup> /min	% de Diff**
1	1.234	10.00	18.66	25.93	746.18	0.975	1.198	0.0153	-2.124
2	1.217	11.97	22.33	25.91	746.17	0.970	1.192	0.0147	-2.054
3	1.210	13.96	26.06	25.80	745.56	0.965	1.185	0.0161	-2.066
4	1.199	15.95	29.77	25.71	746.09	0.960	1.179	0.0149	-1.668
5	1.186	19.88	37.10	25.32	746.09	0.950	1.165	0.0149	-1.771

Nota 1:

- > El tiempo mínimo de estabilización del motor antes de la calibración fue 20 min.
- > El método de referencia establece que se debe tener un % Diff (% de diferencia) menor al ± 4 %.

\* El Venturi y el motor pertenecen al muestreador de partículas de alto volumen (HI-VOL)

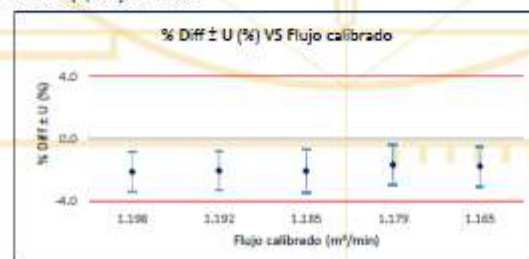
$$** \% \text{ de Diff} = \frac{(\text{Caudal del EBC} - \text{Error} - 1.130) \times 100}{1.130}$$

$$*** \% \text{ de Diff} = \frac{(\text{Caudal del EBC} - Q_{\text{patrón}}) \times 100}{Q_{\text{patrón}}}$$

Gráfico 1: Linealidad de la calibración



Gráfico 2: Tolerancia del equipo bajo calibración





#### RESUMEN DE PROCEDIMIENTO

La calibración del instrumento se realizó con el "instructivo para la calibración de equipos muestreadores de material particulado de alto volumen, PLV-002" y se tomó como método de referencia a la norma "norma oficial Mexicana NOM-035-semarnat-1993 que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición, NOM-035-ECOL 1993". Para la estimación de la incertidumbre del equipo bajo calibración, se realizaron con cinco repeticiones por cada punto calibrado, y manteniendo el flujo constante para ese punto.

Los resultados reportados en la Tabla 1, son el producto de cinco mediciones, con el filtro de cuarzo colocado y manteniendo el flujo constante (valor nominal de 1.13 m<sup>3</sup>/min).

Los resultados reportados en la Tabla 2, corresponden a 5 flujos diferentes, cada flujo calibrado es el producto de 5 mediciones de forma directa. Los valores reportados en la Tabla 1 representan el promedio de estas 5 repeticiones.

La linealidad de la calibración se muestra en la Gráfica 1 y en la Gráfica 2, se demuestra que todos los resultados de la calibración están dentro de  $\pm 4\%$  de diferencia.

#### RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de la calibración del instrumento se presentan en la Tabla 1. Las incertidumbres expresadas son expandidas y se obtuvieron multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor  $k = 2$  que asegura un nivel de confianza de al menos 95%. La incertidumbre estándar combinada fue calculada de acuerdo a "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML 2008.

#### DECLARACION DE TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración contenidos en este certificado, son directamente rastreables a materiales de referencia primarios certificados y caracterizados por Mide, Inceal y Elixom. Con lo cual los resultados son trazables al SI.

SI: Sistema Internacional de Unidades

#### Nota 2:

- Los resultados contenidos en este certificado de calibración, solo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de productos.
- MÉTRICA ANALÍTICA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Para la estimación de la incertidumbre expandida se multiplica la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura ( $k = 2$ ), lo cual dentro de una distribución t de student correspondería a un nivel de confianza aproximado de 95,445 %.
- Los periodos de calibración deben ser establecidos por el usuario, de acuerdo al uso, el tipo de instrumento, medio ambiente y todos los factores que puedan afectar las características metrologías del instrumento.
- Para cualquier duda, comentario, sugerencia o queja en relación a este servicio, favor de contactarse a través de la siguiente dirección: [comercial@metanalitica.com](mailto:comercial@metanalitica.com)

# Anexo 8.

## Figura 37

### Certificado de calibración del equipo de monitoreo del material particulado Low - Vol



## CERTIFICADO DE CALIBRACION N° MA-202404226

#### IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Cliente : INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.  
 Dirección : Av. Elmer Faucet N° 444 Calleo - Prov. Const. Del Calleo  
 Teléfono : (01) 6138080

#### EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (EBC)

Descripción : MUESTREADOR DE PARTÍCULAS DE BAJO VOLUMEN, LOW-VOL  
 EBC : Sensor de presión  
 Marca : BGI  
 Modelo : PQ200  
 N° de serie : 2845  
 Identificación : ELAB-4057  
 Unidad de Medida : mmHg  
 Intervalo de Medida : 545 a 800  
 Resolución : 1  
 Ubicación : No específica

Código Impreso en Color

#### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

##### PATRÓN UTILIZADO

Descripción	Marca	Modelo	N° Serie	Código Interno	Fecha de Calibración	Fecha de Caducidad
Barómetrogrómetro (hPa)	Treccable / VWR	89094-700	210288575	MET-019	2023-06-10	2024-06-10

##### CONDICIONES DE AREA DE TRABAJO

Método de calibración : PLV-025, Vers. 01 del 2023; Comparación Directa con Patrón de Referencia.  
 Método de referencia : PC-004, procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0.5 % F.S.  
 Lugar de Calibración : Laboratorio de Métrica Analítica  
 Tiempo de estabilización no menor a : 10 min  
 Fecha de recepción : 2024-04-16  
 Fecha de calibración : 2024-04-16  
 Fecha de emisión : 2024-04-16

##### Condiciones Ambientales de la Calibración

	Temperatura Ambiental	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
Inicial	23.2 °C	57.1 %H.R.	995.4 hPa
Final	23.1 °C	57.4 %H.R.	995.4 hPa

#### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

LECTURA DE EBC	LECTURA DEL PATRÓN	ERROR DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE
mmHg	mmHg	mmHg	mmHg
746	747.1	-1.1	2.0

ING. GARCIA ANTONIO JUAN  
 JOSÉ  
 METRICA ANALITICA SOCIEDAD  
 ANONIMA CERRADA-METRICA  
 ANALITICA S.A.C.  
 Firmado con www.tocapu.pe



Está prohibida la reproducción parcial y total del presente documento a menos sea bajo autorización escrita de METRICA ANALITICA S.A.C. - Este documento cancela de validez sin las firmas correspondientes. - Para comprobar la autenticidad del presente informe comuníquese al correo [ma@metricaanalitica.com](mailto:ma@metricaanalitica.com) - Cualquier modificación es autorizada, desde o finalización del contenido a de la apariencia de este documento es legal y los cambios pueden ser procesados de acuerdo a ley.

Dirección: Pasaje Clorinda Malto de Turme 2070 - Urb. Chacra Risa Norte - Central Telefónica : (511) - 4256885  
 Contacto electrónico: [ma@metricaanalitica.com](mailto:ma@metricaanalitica.com)



**TRAZABILIDAD METROLÓGICA**

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

CÓDIGO	INSTRUMENTO PATRÓN	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MET-010	Barómetro digital con incertidumbre desde un orden de 2.1 hPa a 2.1 hPa	CCP-0759-004-23 / ELICROM

**OBSERVACIONES**

- Los resultados contenidos en este certificado de calibración, solo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- METRICA ANALITICA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración equi de cero.
- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Para la estimación de la incertidumbre expandida se multiplicó la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura ( $k = 2$ ), lo cual dentro de una distribución t de student correspondiente a un nivel de confianza aproximado de 95.445%.
- Los periodos de calibración deben ser establecidos por el usuario, de acuerdo al uso, el tipo de instrumento, medio ambiente y todos los factores que pueden afectar las características metrológicas del instrumento.
- Para cualquier duda, comentario, sugerencia o queja en relación a este servicio, favor de contactarse a través de la siguiente dirección: [comercial@mnetrica.com](mailto:comercial@mnetrica.com)



Está prohibida la reproducción parcial y total del presente documento a menos sea bajo autorización escrita de METRICA ANALITICA S.A.C. - Este documento carece de validez sin las firmas correspondientes. - Para confirmar la autenticidad del presente informe comuníquese al correo [mnetrica@mnetrica.com](mailto:mnetrica@mnetrica.com) - Cualquier modificación no autorizada, fuese o modificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables podrán ser procesados de acuerdo a ley.

Dirección: Pesejo Clorinda Matto de Tumar 2079 - Urb. Chacra Ríosa Norte - Central Telefónica : (511) - 4256885  
Contacto electrónico: [mnetrica@mnetrica.com](mailto:mnetrica@mnetrica.com)





**Anexo 9.**

**Figura 38**

*Ficha de identificación del punto CA-01*



**FICHA DE IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AIRE**

Nombre de la Empresa:	COMPañIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Nombre de la Unidad Operativa:	I.E MARIA TERESA DE CALCUTA - CHONTA
Nombre del Punto:	CA-01
Clase de punto	<input type="checkbox"/> Emisor <input checked="" type="checkbox"/> Receptor
Tipo de muestra	<input type="checkbox"/> Líquida <input type="checkbox"/> Sólida <input checked="" type="checkbox"/> Gaseosas
<b>UBICACION</b>	
Distrito:	SANTA MARIA
Provincia:	HUAURA
Departamento:	LIMA
Descripción del Punto:	A 15 METROS DE UNA LOSA DEPORTIVA DE LA I.E MARIA TERESA DE CALCUTA - CHONTA

**COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)**

Norte:	8 773 493
Este:	0 218 081
Zona:	18



**Anexo 10.**

**Figura 39**

*Ficha de identificación del punto CA-02*



**FICHA DE IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AIRE**

Nombre de la Empresa:

Nombre de la Unidad Operativa:

Nombre del Punto:

Clase de punto:  Emisor  Receptor

Tipo de muestra:  Líquida  Sólida  Gaseosas

**UBICACION**

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Descripción del Punto:

**COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)**

Norte:

Este:

Zona:



**Anexo 11.**

**Figura 40**

*Ficha de identificación del punto CA – 03*



**FICHA DE IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AIRE**

Nombre de la Empresa:	COMPAÑIA DE INGENIEROS PARA SOLUCIONES AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Nombre de la Unidad Operativa:	I.E SAN BARTOLOME 20374
Nombre del Punto:	CA-03
Clase de punto	<input type="checkbox"/> Emisor <input checked="" type="checkbox"/> Receptor
Tipo de muestra	<input type="checkbox"/> Liquida <input type="checkbox"/> Solida <input checked="" type="checkbox"/> Gaseosas
<b>UBICACION</b>	
Distrito:	SANTA MARIA
Provincia:	HUAURA
Departamento:	LIMA
Descripción del Punto:	EN EL TECHO DEL PABELLON PRINCIPAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN BARTOLOME 20374

**COORDENADAS U.T.M. (WGS 84)**



Norte:	8 771 243
Este:	0 217 463
Zona:	18



Anexo 12.

Figura 41


Validación de instrumento por el primer experto

MATRIZ PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS																															
CONCENTRACION DE POLVO ATMOSFERICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARIA - HUaura																															
Nº	ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR																				RESULTADOS									
		Claridad en la redacción					Coherencia interna					Inducción a la respuesta					Lenguaje adecuado con el nivel de información					Mide lo que pretende					Suma	Promedio	Porcentaje	Observaciones	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
V2: Salud del alumnado																															
DIMENSIÓN 1: Percepción de estudiantes afectado																															
1	Conoce usted sobre material particulado o polvo atmosférico?				X					X					X					X					X		20	4	80%		
2	¿Cree usted que en su centro educativo haya un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?				X					X					X					X					X		20	4	80%		
3	¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?				X					X					X					X					X		20	4	80%		
4	¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?					X					X					X					X					X	25	5	100%		
5	¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?				X					X					X					X					X		20	4	80%		
6	¿Con qué frecuencia esta usted expuesto al material particulado?				X					X					X					X					X		20	4	80%		
7	¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?				X					X					X					X					X		20	4	80%		
<b>SUMA</b>		29					29					29					29					29					<b>PROMEDIO TOTAL DE LA VALIDACIÓN (%)</b>		<b>83%</b>		
<b>PROMEDIO</b>		4					4					4					4					4									
<b>PORCENTAJE</b>		83%					83%					83%					83%					83%									
		Donde: 1) Muy malo 2) Malo 3) Regular 4) Bueno 5) Excelente																													
VALIDADO POR:		Mg. Yennifeer Yuliana Arévalo Villafuerte																													
GRADO DE:		Maestro (a)																													
DNI:		72664499																													
CONTACTO:		980403813																													
FECHA:		11/05/2024																													
																				Recomendaciones: Realizar preguntas complementarias de acuerdo a los indicadores de la VALIDEZ											
																				<table border="1"> <tr> <td>Aplicable</td> <td>No aplicable</td> <td>Aplicable</td> <td>Indefinido</td> </tr> <tr> <td>( X )</td> <td>( )</td> <td>( )</td> <td>( )</td> </tr> </table>				Aplicable	No aplicable	Aplicable	Indefinido	( X )	( )	( )	( )
Aplicable	No aplicable	Aplicable	Indefinido																												
( X )	( )	( )	( )																												

Anexo 13.

Figura 42

Validación de instrumento por el segundo experto

MATRIZ PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS																														
CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA																														
N°	ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR															RESULTADOS													
		Claridad en la redacción					Coherencia interna					Inducción a la respuesta					Lenguaje adecuado con el nivel de información					Mide lo que pretende					Suma	Promedio	Porcentaje	Observaciones
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
V2: Salud del alumnado																														
DIMENSIÓN 1: Percepción de estudiantes afectados																														
1	Conoce usted sobre material particulado o polvo atmosférico?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
2	¿Cree usted que en su centro educativo haya un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
3	¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
4	¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
5	¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
6	¿Con qué frecuencia esta usted expuesto al material particulado?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
7	¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?					5					5					5					5					5	25	5	100%	
SUMA		35					35					35					35									PROMEDIO TOTAL DE LA VALIDACIÓN (%)	100%			
PROMEDIO		5					5					5					5													
PORCENTAJE		100%					100%					100%					100%													
NIVEL DE CRITERIO A EVALUAR																														
Donde: 1) Muy malo 2) Malo 3) Regular 4) Bueno 5) Excelente																														
VALIDADO POR:	Rodolfo Gianmarco Vargas Collantes																													
GRADO DE:	INGENIERIA AMBIENTAL																													
DNI:	71934424																													
CONTACTO:	984207500																													
FECHA:	10/05/2024																													
 Mg. Rodolfo Gianmarco Vargas Collantes INGENIERO AMBIENTAL R.P. C. 0398 FIRMA Y SELLO															Recomendaciones:															
															VALIDEZ															
															Aplicable	No aplicable	Aplicable atendiendo las observaciones													
															( x )	( )	( )													

Anexo 14.

Figura 43



Validación de instrumento por el tercer experto

MATRIZ PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS																															
CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA																															
N°	ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR															RESULTADOS														
		Claridad en la redacción					Coherencia interna					Inducción a la respuesta					Lenguaje adecuado con el nivel de información					Mide lo que pretende					Suma	Promedio	Porcentaje	Observaciones	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
V2: Salud del alumnado																															
DIMENSIÓN 1: Percepción de estudiantes afectados																															
1	Conoce usted sobre material particulado o polvo atmosférico?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
2	¿Cree usted que en su centro educativo haya un alto grado de concentración de material particulado (polvo atmosférico)?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
3	¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la salud de los estudiantes?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
4	¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria actualmente?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
5	¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus compañeros actualmente?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
6	¿Con qué frecuencia esta usted expuesto al material particulado?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
7	¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?					5					5					5					5					5	25	5	100%	-	
SUMA		35					35					35					35					35					PROMEDIO TOTAL DE LA VALIDACIÓN (%)				100%
PROMEDIO		5					5					5					5					5									
PORCENTAJE		100%					100%					100%					100%					100%									
NIVEL DE CRITERIO A EVALUAR																															
Donde: 1) Muy malo 2) Malo 3) Regular 4) Bueno 5) Excelente																															
VALIDADO POR:	CHRISTIAN IZARRA ZUÑIGA																														
GRADO DE:	INGENIERO AMBIENTAL																														
DNI:	70785512																														
CONTACTO:	Christian.izarra@gmail.com / 993231286																														
FECHA:	7/03/2024																														
																								Recomendaciones: Identificación de fuentes concretas de material particulado							
																								VALIDEZ							
																								Aplicable	No aplicable	Aplicable standiendo las observaciones					
																								( x )	( )	( )					
																								CHRISTIAN IZARRA ZUÑIGA INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 229597							

Anexo 15.

Figura 44

Validación de instrumento por el cuarto experto

 MATRIZ PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS																															
CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA																															
N°	ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR															RESULTADOS														
		Claridad en la redacción					Coherencia interna					Inducción a la respuesta					Lenguaje adecuado con el nivel de información					Mide lo que pretende					Suma	Promedio	Porcentaje	Observaciones	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
V2: Salud del alumnado																															
DIMENSIÓN 1: Percepción de estudiantes afectados																															
1	Conoce usted sobre material particulado o polvo atmosférico?					5					5					4					5					4	23	5	92%		
2	¿Cree usted que en su centro educativo haya un alto grado de					5					5					4					5					4	23	5	92%		
3	¿Qué tanto considera usted que el material particulado afecta a la					5					5					4					5					4	23	5	92%		
4	¿Cómo usted considera su estado de salud respiratoria					5					5					4					5					4	23	5	92%		
5	¿Cómo usted considera el estado de salud respiratoria de sus					5					5					4					5					4	23	5	92%		
6	¿Con qué frecuencia esta usted expuesto al material particulado?					5					5					4					5					4	23	5	92%		
7	¿Qué actividad económica considera usted como fuente principal del material particulado?					5					5					4					5					4	23	5	92%		
SUMA		35					35					28					35					28					PROMEDIO TOTAL DE LA VALIDACIÓN (%)				92%
PROMEDIO		5					5					4					5					4									
PORCENTAJE		100%					100%					80%					100%					80%									
NIVEL DE CRITERIO A EVALUAR																															
Donde: 1) Muy malo 2) Malo 3) Regular 4) Bueno 5) Excelente																															
VALIDADO POR:	TANIA IVETTE MENDEZ IZQUIERDO																														
GRADO DE:	MAGISTER																														
DNI:	46925087																														
CONTACTO:	926577276																														
FECHA:	15/05/2024																														
Recomendaciones: NINGUNA  FIRMA Y SELLO																															
VALIDEZ Aplicable ( X )    No aplicable ( )    Aplicable atendiendo las observaciones ( )																															

## Anexo 17.

### Figura 45

#### Solicitud al centro de salud Santa María



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Huacho, 10 de mayo de 2024

**OFICIO N°085 -2024-EPIAM-FIAIAyA**

Dr. ARTURO MANRRIQUE SAMANEZ  
CENTRO DE SALUD DE LURIAMA

**ASUNTO:** PERMISO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE TESIS

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente a nombre de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión a través de la Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental a la vez, comunicar que venimos desarrollando nuestra Proyecto de tesis ya aprobado por la universidad.

Los egresados de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental: SUAREZ ALVAREZ JOEL ANTONIO y RUFINO ZEVALLOS DORIS CRISTINA, estamos efectuando el proyecto de investigación denominado: "CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA".

Motivo por el cual, solicitamos a usted nos permita el acceso a la información de casos registrados de infecciones respiratorias en el centro de salud, a fin de poder inferir la información obtenida mediante la aplicación estadística.

Sin otro particular, en espera de vuestra atención, le reiteramos a usted la muestra de nuestra más directa consideración.

Agradecido de antemano por la atención brindada, me despido de usted y conociendo de su sensibilidad y compromiso social y ambiental estamos seguros de contar con su participación.

Atentamente,



Dra. Maria del Rosario Utia Pinedo  
Directora E.F. Ing. Ambiental

C.c. Archivo

MRUP/Cecilia

Asimismo, debo precisar expresamente que AUTORIZO se me NOTIFIQUE o remita cualquier información sobre el presente oficio y/o expediente al correo electrónico institucional: [eap.ambiental@unfsc.edu.pe](mailto:eap.ambiental@unfsc.edu.pe); comprometiéndome a revisar diariamente el contenido de las bandejas de entradas de dicho correo institucional y en el acto enviar LA CONFIRMACIÓN de RECIBIDO CONFORME.



## Anexo 18.

### Figura 46

#### Solicitud al centro educativo San Bartolomé



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración  
de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Huacho, 06 de mayo de 2024.

#### OFICIO N°081 -2024-EPIAM-FIAIAvA

Dr. HUMBERTO TAPIA ALVARO  
I.E. 20374 SAN BARTOLOME

#### ASUNTO: PERMISO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE TESIS

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente a nombre de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión a través de la Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental a la vez, comunicar que venimos desarrollando nuestro Proyecto de tesis ya aprobado por la universidad.

Los egresados de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental: SUAREZ ALVAREZ JOEL ANTONIO y RUFINO ZEVALLOS DORIS CRISTINA, están efectuando el proyecto de investigación denominado: "CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA".

Motivo por el cual, solicitamos a usted nos permita el acceso de un espacio para realizar los análisis de 24 horas fluidas durante 13 y 14 del mes de mayo y la autorización, a fin de poder recabar la información mediante la aplicación de un cuestionario a los estudiantes del nivel secundario de la institución educativa.

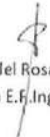
Sin otro particular, en espera de vuestra atención, le reiteramos a usted la muestra de nuestra más directa consideración.

Agradecido de antemano por la atención brindada, me despido de usted y conociendo de su sensibilidad y compromiso social y ambiental.

Atentamente,

  
  
LIC. HUMBERTO TAPIA ALVARO  
DIRECTOR  
C.C. 20374 I.E. 20374 SAN BARTOLOME  
MRUP/Cecilia



  
Dra. Maria del Rosario Utia Pinedo  
Directora E.f. Ing. Ambiental

Asimismo, debo precisar expresamente que AUTORIZO se me NOTIFIQUE o remita cualquier información sobre el presente oficio y/o expediente al correo electrónico institucional: [eap.ambiental@unfsc.edu.pe](mailto:eap.ambiental@unfsc.edu.pe); comprometiéndome a revisar diariamente el contenido de las bandejas de entradas de dicho correo institucional y en el acto enviar LA CONFIRMACIÓN de RECIBIDO CONFORME.

## Anexo 19.

### Figura 47

#### Solicitud al centro educativo Luis Fabio Xammar Jurado



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración  
de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Huacho, 6 de mayo de 2024

#### OFICIO N°079 -2024-EPIAM-FIAIAyA

Dr. JOSE ANTONIO SERPA ESTUPIÑAN  
I.E. LUIS FABIO XAMMAR JURADO

**ASUNTO:** PERMISO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE TESIS

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente a nombre de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión a través de la Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental a la vez, comunicar que venimos desarrollando nuestra Proyecto de tesis ya aprobado por la universidad.

Los egresados de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental: SUAREZ ALVAREZ JOEL ANTONIO y RUFINO ZEVALLOS DORIS CRISTINA, estamos efectuando el proyecto de investigación denominado: "CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA".

Motivo por el cual, solicitamos a usted nos permita el acceso de un espacio para realizar los análisis de 24 horas fluidas durante 13 y 14 del mes de mayo y la autorización, a fin de poder recabar la información mediante la aplicación de un cuestionario a los estudiantes del nivel secundario de la institución educativa.

Sin otro particular, en espera de vuestra atención, le reiteramos a usted la muestra de nuestra más directa consideración.

Agradecido de antemano por la atención brindada, me despido de usted y conociendo de su sensibilidad y compromiso social y ambiental estamos seguros de contar con su participación.

Atentamente,

  
Cecilia M. HERERA ROBLES ANGE  
SUB DIRECTOR  
I TURNO - L.F.X.J.  
C.c.Archivo   
MRUP/Cecilia



  
Dra. Maria del Rosario Utia Pinedo  
Directora E.F. Ing. Ambiental

Asimismo, debo precisar expresamente que AUTORIZO se me NOTIFIQUE o remita cualquier información sobre el presente oficio y/o expediente al correo electrónico institucional: [cap.ambiental@unfsc.edu.pe](mailto:cap.ambiental@unfsc.edu.pe); comprometiéndome a revisar diariamente el contenido de las bandejas de entradas de dicho correo institucional y en el acto enviar LA CONFIRMACIÓN de RECIBIDO CONFORME.

## Anexo 20.

### Figura 48

#### Solicitud al centro educativo María Teresa de Calcuta - Chonta



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Huacho, 6 de mayo de 2024

#### OFICIO N°080 -2024-EPIAM-FIAIAYa

Dra: DIANA COSTOS ALVA  
I.E 20341 MARIA TERESA DE CALCUTA – CHONTA

#### ASUNTO: PERMISO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE TESIS

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente a nombre de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión a través de la Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental a la vez, comunicar que venimos desarrollando nuestra Proyecto de tesis ya aprobado por la universidad.

Los egresados de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental: SUAREZ ALVAREZ JOEL ANTONIO y RUFINO ZEVALLOS DORIS CRISTINA, están efectuando el proyecto de investigación denominado: "CONCENTRACIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO SEDIMENTABLE, SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL ALUMNADO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN SANTA MARÍA - HUAURA".

Motivo por el cual, solicitamos a usted nos permita el acceso de un espacio para realizar los análisis de 24 horas fluidas durante 14 y 15 del mes de mayo y la autorización, a fin de poder recabar la información mediante la aplicación de un cuestionario a los estudiantes del nivel secundario de la institución educativa.

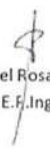
Sin otro particular, en espera de vuestra atención, le reiteramos a usted la muestra de nuestra más directa consideración.

Agradecido de antemano por la atención brindada, me despido de usted y conociendo de su sensibilidad y compromiso social y ambiental.

Atentamente,

  
  
Dra. DIANA V. COSTOS ALVA  
DIRECTORA  
I.E. T.I.C. N° 20341  
"MARÍA TERESA DE CALCUTA"



  
Dra. Maria del Rosario Utia Pinedo  
Directora E.F. Ing. Ambiental

C.c. Archivo   
MRUP/Cecilia

Asimismo, debo precisar expresamente que AUTORIZO se me NOTIFIQUE o remita cualquier información sobre el presente oficio y/o expediente al correo electrónico institucional: [eap.ambiental@unfsc.edu.pe](mailto:eap.ambiental@unfsc.edu.pe); comprometiéndome a revisar diariamente el contenido de las bandejas de entradas de dicho correo institucional y en el acto enviar LA CONFIRMACIÓN de RECIBIDO CONFORME.

## Anexo 21. Panel Fotográfico

**Figura 49**

*Indicaciones a los alumnos de la I.E. Luis Fabio Xammar sobre el desarrollo de la encuesta.*



**Figura 50**

*Desarrollo de la encuesta por alumnos de la I.E. Luis Fabio Xammar.*



**Figura 51**

*Charla sobre el uso de los equipos de monitoreo a alumnos de la I.E. María Teresa de Calcuta*



**Figura 52**

*Indicaciones a los alumnos de la I.E. San Bartolomé sobre el desarrollo de la encuesta.*



**Figura 53**

*Desarrollo de la encuesta por alumnos de la I.E. San Bartolomé.*



**Figura 54**

*Punto de monitoreo CA - 01*

