

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR
MATERIAL PARTICULADO CON DIÁMETRO
MENOR A 10 MICRAS (PM₁₀) EN LA CIUDAD DE
BAGUA, AMAZONAS, 2021”**

Autor: Bach. Jorge Luis Domínguez Meléndez

Asesor: M.Sc. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis padres y amigos, los que me ayudaron a poder lograr mis objetivos propuestos. A mi señora e hijos que son la razón por luchar cada día y salir adelante.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer grandemente a Dios y mis padres por otorgarme el privilegio de existir, a mis docentes que supieron brindarme sus enseñanzas durante mi formación profesional, por compartir su sapiencia y pasión a través de su cátedra, sabiendo que dejaron una marca duradera en mi trayectoria académica y profesional.

Además, ofrecer mi más sincero agradecimiento por vuestra ayuda por su inquebrantable dedicación a la calidad y el apoyo a lo largo de este esfuerzo. Las lecciones y la orientación que he recibido han modelado mi mente y avivado mi pasión por el desarrollo permanente, honestidad. Siento que mi mente ha sido moldeada por mi educación y la orientación que he recibido, las cuales han contribuido a mi pasión por el aprendizaje permanente. han contribuido a mi pasión por permanente. Con toda Sinceridad, lo siento.

Me considero afortunado por haber tenido la oportunidad de adquirir conocimientos de usted y de sus colegas. Fue una suerte haber tenido la oportunidad de aprender de usted y de sus colegas.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de investigación

Ph. D. RICARDO EDMUNDO. CAMPOS RAMOS

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Evaluación de la Calidad del Aire por Material Particulado con Diámetro menor a 10 Micras (PM₁₀) en la Ciudad de Bagua, Amazonas, 2021 del egresado Jorge Luis Domínguez Meléndez de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

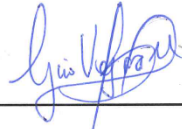
Chachapoyas, 12 de diciembre de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Jefferson Fitzgerald Reyes Farje



JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



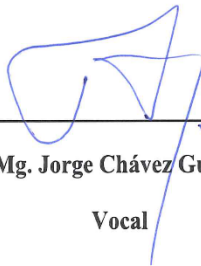
M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

Presidente



Lic. José Luis Quispe Osorio

Secretario



Mg. Jorge Chávez Guivin

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Evaluación de la calidad del aire por material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM-10) en la ciudad de Bagua, Amazonas, 2021

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Jorge Luis Domínguez Meléndez

de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

con correo electrónico institucional koko.dominguez.1988@gmail.com

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 20 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 23 de noviembre del 2023

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITIN

Tesis Jorge Luis Domínguez Meléndez

ORIGINALITY REPORT

20 %	19 %	11 %	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.untrm.edu.pe Internet Source	3 %
2	hdl.handle.net Internet Source	3 %
3	apirepositorio.unh.edu.pe Internet Source	2 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	2 %
5	vdocuments.es Internet Source	1 %
6	repositorio.lamolina.edu.pe Internet Source	1 %
7	KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "Tercera MEIA-SD del Proyecto de Exploración Minera Constancia-IGA0000676", R.D. N° 157- 2011-MEM/AAM, 2020 Publication	1 %
8	orcid.org Internet Source	<1 %

[Handwritten Signature]
Gino Alfredo
Vergara Medina

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de diciembre del año 2023, siendo las 11:00 am horas, el aspirante: Bach. Jorge Luis Domínguez Meléndez, asesorado por M.Sc. Jefferson Fitzgerald Reyes Forjo defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de la Calidad del Aire por material particulado con Diámetro Menor a 10 micras (PM₁₀) en la Ciudad de Boga, Amazonas, 2021, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

Secretario: Lic. José Luis Quispe Osorio

Vocal: Hg. Jorge Chávez Guirín

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:40 pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	vii
REPORTE DE TURNITIN	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	ix
ÍNDICE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS	17
2.1 Área de estudio	17
2.2 Mediciones Meteorológicas	18
2.3 Medición de Material Particulado (PM₁₀)	19
2.4 Diseño de la Investigación	21
2.5 Procedimiento Metodológico	21
III. RESULTADOS	24
3.1. Zonas de mayor exposición y las posibles fuentes de contaminación por PM₁₀. .	24
3.2. Variables meteorológicas	24
3.3. Concentración de Material Particulado PM₁₀	27
3.4. Índice de la Calidad del Aire	28
IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de estaciones para el Monitoreo	23
Tabla 2. Variables meteorológicas del área de estudio.....	24
Tabla 3. Resultados de monitoreo de la calidad del aire.....	27
Tabla 4. Valores del índice de calidad del aire	28
Tabla 5. Recomendaciones del índice de la calidad de aire.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de estudio	17
Figura 2. Estación meteorológica marca DAVIS y modelo Vantage Pro2	18
Figura 3. Consola	19
Figura 4. Muestreador de alto volumen para material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10).	20
Figura 5. Recolección de filtro de cuarzo	20
Figura 6. Balanza analítica A&D – GH 200	21
Figura 7. Temperatura registrada en los puntos de monitoreo	25
Figura 8. Humedad relativa registrada en los puntos de monitoreo	25
Figura 9. Presión atmosférica registrada en los puntos de monitoreo	26
Figura 10. Velocidad del viento registrada en los puntos de monitoreo	26
Figura 11. Concentración de Material Particulado PM10	27

RESUMEN

La presente investigación revela que el 99% de la población mundial se encuentra expuesta a la inhalación de aire contaminado, por ello se tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del aire por material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) para garantizar que cumpla de los ECA para aire. El estudio se llevó a cabo utilizando una metodología descriptiva correlacional, donde se eligieron cuatro puntos de muestreo representativos, intercepción Av. Mariano Melgar y Héroes del Cenepa, dos en la esquina Av. Agropecuario y Circunvalación, tres Av. Héroes del Cenepa y Jr. 1 de septiembre y cuatro Plaza de Armas Héroes del Cenepa, tomándose las mediciones de concentración en enero del 2022. Como resultado, se evidenció que las concentraciones promedio en los P-01 = 42.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-02 = 57.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-03 = 88.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y P-04 = 41.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; no superan los ECA-aire, asimismo se observó que el estado del Índice de la Calidad del Aire, se encuentra en estado bueno a moderado, mostrando una diferencia en la concentración del P-03, esto se debe principalmente al factor del aumento de las emisiones propagadas debido a la actividad vehicular, suspensión de partículas (polvo) que incrementan estas mismas y construcciones de edificaciones en el área estudiada. Se concluye que en los puntos estudiados no se observa ninguna alteración en la calidad del aire, sin embargo, es recomendable implementar un plan de vigilancia y seguimiento a fin de tener mayor información.

Palabras claves: Aire, evaluación de calidad, contaminación de aire y PM10.

ABSTRACT

This research reveals that 99% of the world's population is exposed to the inhalation of contaminated air, therefore the main objective was to evaluate air quality by particulate matter with a diameter of less than 10 microns (PM10) to ensure that it complies with with the ECAs for air. The study was carried out using a descriptive correlational methodology, where four representative sampling points were chosen, intersection Av. Mariano Melgar and Héroes del Cenepa, two on the corner Av. Agropecuario and Circunvalación, three Av. Héroes del Cenepa and Jr. September 1 and four Plaza de Armas Héroes del Cenepa, with concentration measurements taken in January 2022. As a result, it was discovered that the average concentrations in P-01 = 42.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-02 = 57.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-03 = 88.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and P-04 = 41.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; do not exceed the ECA-air, it was also observed that the status of the Air Quality Index is in good to moderate status, showing a difference in the concentration of P-03, this is mainly due to the factor of increased emissions spread due to vehicular activity, suspension of particles (dust) that increase these and construction of buildings in the studied area. It is concluded that at the points studied no alteration in air quality is observed, however, it is advisable to implement a surveillance and monitoring plan in order to have more information.

Keywords: Air, quality assessment, air pollution and PM10.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los niveles de polución del aire son peligrosamente elevados en distintos lugares del planeta; se estima que nueve de diez personas inhalan aire posiblemente dañino y a causa de ello, cada año, se registra un total de siete millones de personas que fallecen por exposición a micro partículas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017). Estos fragmentos penetran profundamente en los pulmones y sistema cardiovascular, provocando enfermedades como accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cáncer de pulmón, neumopatía obstructiva crónica e infecciones respiratorias, por ejemplo, neumonía (OMS, 2017).

Un ranking reciente creado por IQAir y GreenPeace, con el respaldo de la ONU Hábitat y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha destacado la baja calidad del aire predominante en Latinoamérica, que también establece que en cinco naciones de América Latina la concentración de los niveles recomendados por la OMS para PM2.5 en el aire son entre tres y cinco veces mayores.

En 2021, la Organización Mundial de la Salud determinó que la exposición anual recomendada a PM2.5 es de 5 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Según el estándar, Perú, Chile, México, Guatemala y Colombia tienen la peor calidad del aire de la región. De acuerdo con el listado anterior, la calidad de aire en la región es la más baja en Perú, con un promedio de 23.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; seguido de Chile (22.2), México (19.5), Guatemala (18.6) y Colombia (15.7).

En consecuencia, la colaboración entre los sectores público y privado es esencial para mantener los Estándares de Calidad Ambiental del Aire (ECA Aire), cuyo objetivo es reducir y mitigar los efectos perjudiciales de las concentraciones elevadas de contaminantes sin poner en peligro el bienestar de la población (Ministerio del Ambiente [MINAN], 2020). Además, se afirma que la población tiene la obligación de colaborar en mitigar estos sucesos mejorando la gestión y eliminación adecuada de residuos domésticos, eliminando la práctica de la quema de basura, abogando por una legislación que mejore la protección del medio ambiente, fomentando la preservación de los espacios verdes y minimizando las emisiones de carbono de las empresas (Juste, 2021).

Para fortalecer la condición del aire y prevenir la emisión de contaminantes en el ambiente, se aprobó el Decreto Supremo N°003-2017-MINAM, que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, haciéndose más estricto el valor permitido de PM₁₀, pasando de 150 µg/m³ a 100 µg/m³ (MINAM, 2017); permitiendo monitorear y controlar la emisión de gases y partículas provenientes de fuentes tipo industriales, vehículos y otros procesos que a su vez puedan generar una afectación en la salud de las personas así como en el entorno.

Por otro lado, el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM aprobó el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire. Es una herramienta que ayuda en los estándares técnicos para el seguimiento ambiental del aire de la nación para recopilar datos de calidad, comparables, compatibles, confiables y representativos.

La importancia del estudio radica en la relevancia de las mediciones, contribuye al conocimiento para comprender la realidad de la calidad del aire en los alrededores del distrito de Bagua, estos hallazgos pueden servir de antecedentes para futuras investigaciones y discusiones en estudios similares. Asimismo, se evaluaron las actividades cotidianas que se realizan en la zona de investigación y que tienen como consecuencia la generación de contaminación, con la finalidad de implementar acciones que ayuden a reducir el impacto de dichas labores y prevenir posibles sanciones. Preservación del medio ambiente y bienestar de sus habitantes (Carrasco, 2023). La calidad del aire de la ciudad de Bagua se evaluó según los ECA propuestos por el MINAM.

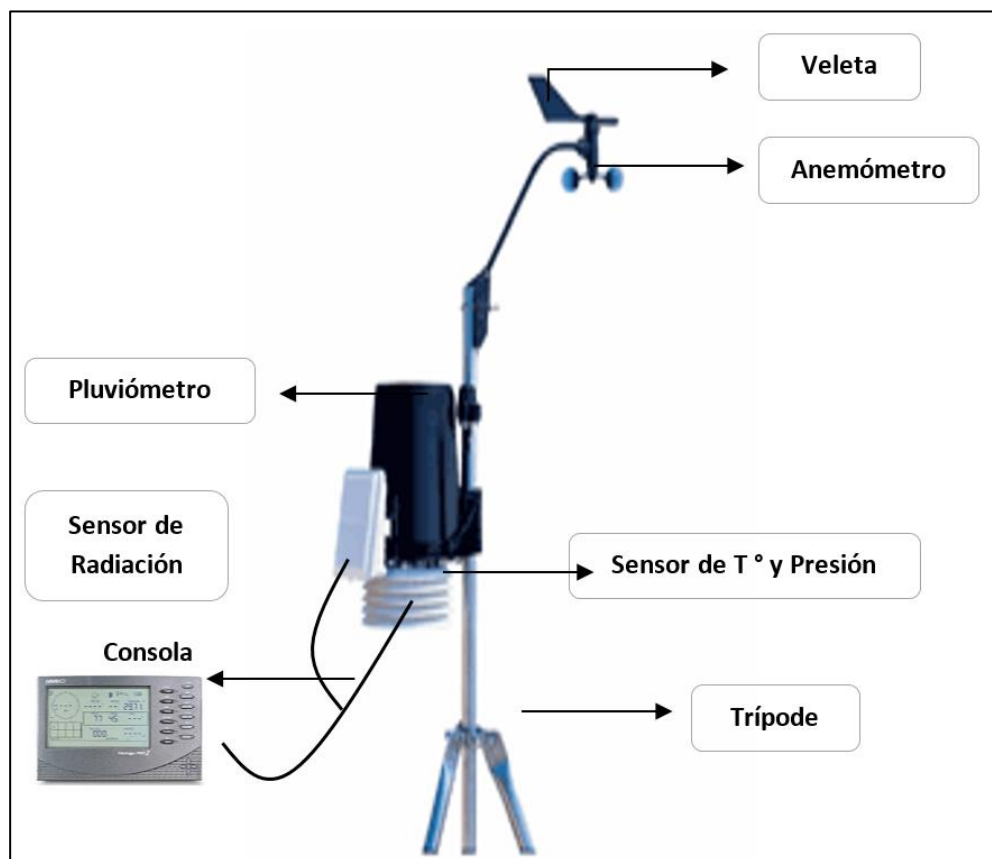
Se planteó como objetivo general de evaluar la calidad del aire por material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), a través de objetivos específicos; identificar las áreas de mayor exposición y fuentes potenciales de contaminación por PM₁₀, medir las variables meteorológicas; velocidad y dirección del viento, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura del aire y precipitación., cuantificar la concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), mediante el método gravimétrico en la ciudad de Bagua y analizar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, los valores guía referenciales de la OMS y el nivel de riesgo, mediante el Índice Nacional de Calidad de Aire (INCA).

2.2 Mediciones Meteorológicas

Para medir las variables meteorológicas, se utilizó una Estación Meteorológica de marca DAVIS y modelo Vantage Pro2 calibrado, el cual es fundamental y necesario en todo monitoreo de la calidad del aire; se ubicó en cada punto de monitoreo, durante 24 horas, a 2 metros sobre el nivel del suelo. Sus datos ayudaron a comprender la dispersión, deposición y transporte de contaminantes en el aire. A continuación, se muestra el equipo utilizado:

Figura 2

Estación meteorológica marca DAVIS y modelo Vantage Pro2



Nota. Se muestra la estación meteorológica DAVIS y modelo Vantage Pro2 La misma que tiene su transmisión inalámbrica y detectores los cuales dirigen lo recopilado a la consola a un trecho máximo de 300 metros, con una frecuencia de actualización de 2,5 segundos.

Figura 3

Consola



Nota. Se muestra la consola para la recolección de datos

2.3 Medición de Material Particulado (PM₁₀)

La aglomeración de PM₁₀ se cuantificó a través del método gravimétrico en 4 puntos representativos de la ciudad de Bagua con 2 repeticiones por sitio , a través de un muestreador de alto volumen (HiVol), con cabezal para Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀); el equipo en mención obtuvo un volumen conducido de aire a una proporción de flujo constante a través de un cabezal especial que separó las partículas mayores a 10 μm , las partículas menores fueron dirigidas en una lámina de cuarzo el cual funciona como filtro recolector ubicado en el lugar específico de monitoreo durante 24 horas, para luego ser comparados con el DS N° 003-2017-MINAM. Seguido se presenta el registro fotográfico:

Figura 4

Muestreador de alto volumen para material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10).



Nota. Se muestra el muestreador de alto volumen empleado

Figura 5

Recolección de filtro de cuarzo



Nota. Se muestra el filtro de cuarzo

Cada filtro se pesó en una balanza analítica, debidamente calibrada (luego de equilibrar la humedad) antes y después de la recolección de muestras para calcular el peso neto de la muestra. El flujo de aire muestreado se determina por la proporción de flujo volumétrico conocido y el tiempo expuesto. La masa total de partículas concentradas en el filtro se divide por el volumen de aire de

la muestra para determinar la concentración de PM10. Este cálculo se realiza utilizando las siguientes condiciones de referencia: 25 °C a 1 atm.

Los microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) son el símbolo utilizado para representar esta concentración.

Figura 6

Balanza analítica A&D – GH 200



Nota. Se muestra la balanza empleada en el estudio

2.4 Diseño de la Investigación

El presente estudio se basa en la observación para obtener datos de la realidad durante un periodo de tiempo determinado, lo cual está asociado a una estrategia descriptiva-explicativa (Hernández y Mendoza, 2018).

La investigación se centra en las propiedades, características e impacto de las variables en su entorno para conocer si se cumple con el ECA del aire en la ciudad de Bagua.

2.5 Procedimiento Metodológico

Las fuentes generadoras de PM10 se identificaron mediante la técnica Observacional que consiste en registrar el comportamiento y características de la zona de estudio, por lo tanto, se realizará visitas a campo para identificar la transitividad del tráfico vehicular, empresas molineras, grifos, carpinterías, fábricas de ladrillos y terminales terrestres y otras fuentes de emisión, así mismo se hará un reconocimiento de las fuentes desde Google Earth.

Para la realización de los monitoreos en los cuatro puntos representativos, se realizará los siguientes procedimientos:

Pre Muestreo

- Se coordinó con laboratorio que cuenta con la acreditación el flujo de aire muestreado se determina por la proporción de flujo volumétrico conocido y el tiempo expuesto. La masa total de partículas concentradas en el filtro se divide por el volumen de aire de la muestra para determinar la concentración de PM₁₀ - 120, para él envió de las sustancias captadoras, verificando antes de su uso que no hubiera fugas del mismo.
- Se revisó el buen funcionamiento del HIVOL estación meteorológica, conjuntamente con sus certificados de calibración, acreditados por INACAL.
- Se aseguró que la electricidad esté disponible durante el período de muestreo de 24 horas. Las interrupciones en el suministro eléctrico provocan inexactitudes en las mediciones y pueden invalidar la muestra.

Muestreo

- Una vez ubicado el Hi-Vol, tren de muestreo ambiental y la estación meteorológica, se procedió a ensamblar los equipos a una altura de 2 metros.
- Se colocó el filtro de cuarzo a en Hi-Vol, para PM₁₀.
- Se programó la estación meteorológica para un tiempo de 24 horas en cada punto de monitoreo.
- Se registró donde se encuentra la estación de monitoreo, empleando el GPS.
- Se delimitó el área de trabajo utilizando conos de seguridad y señalizaciones.
- Terminado el tiempo de monitoreo para PM₁₀, se retiró en filtro de cuarzo, para posteriormente ser empacadas.
- Se apuntó en una hoja de campo los valores medidos por la estación meteorológica.
- Se recogió todos los materiales y equipos para trasladarlos al siguiente punto de monitoreo, repitiéndose este mismo procedimiento en los 4 puntos establecidos.

Post Muestreo

- Se ingresaron cuidadosamente los datos correspondientes a la cadena de custodia del muestreo realizado.
- Se procesó la información obtenida de la estación meteorológica, de cada punto de vigilancia.
- Se trasladó el total de las muestras de gases contaminantes a Laboratorio Envirotest S.A.C.

Los **monitoreos** serán realizados en 4 puntos representativos de la ciudad de Bagua, tal como se indica en el cuadro siguiente:

Tabla 1.

Número de estaciones para el Monitoreo

Número de estación	Referencia
Estación 1	Entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar
Estación 2	Entre la Av. Circunvalación y Agropecuario
Estación 3	Entre la Av. Héroes del Cenepa y Av 1 de septiembre
Estación 4	Plaza de Armas de la ciudad de Bagua

Nota. Elaboración propia

III. RESULTADOS

3.1. Zonas de mayor exposición y las posibles fuentes de contaminación por PM10.

Se identificaron 4 fuentes de mayor exposición y fuentes de generación, los cuales se muestran a continuación.

- Entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar
- Entre la Av. Circunvalación y Agropecuario
- Entre la Av. Héroes del Cenepa y Av 1 de septiembre
- Plaza de Armas de la ciudad de Bagua

3.2. Variables meteorológicas

Las mediciones de las variables meteorológicas se realizaron entre el 09/01/2023 hasta el 16/01/2023, con un tiempo de 24 horas por Estación, los resultados promedios de temperatura, humedad relativa, presión, dirección del viento y velocidad del viento se muestran a continuación.

Tabla 2.

Variables meteorológicas del área de estudio

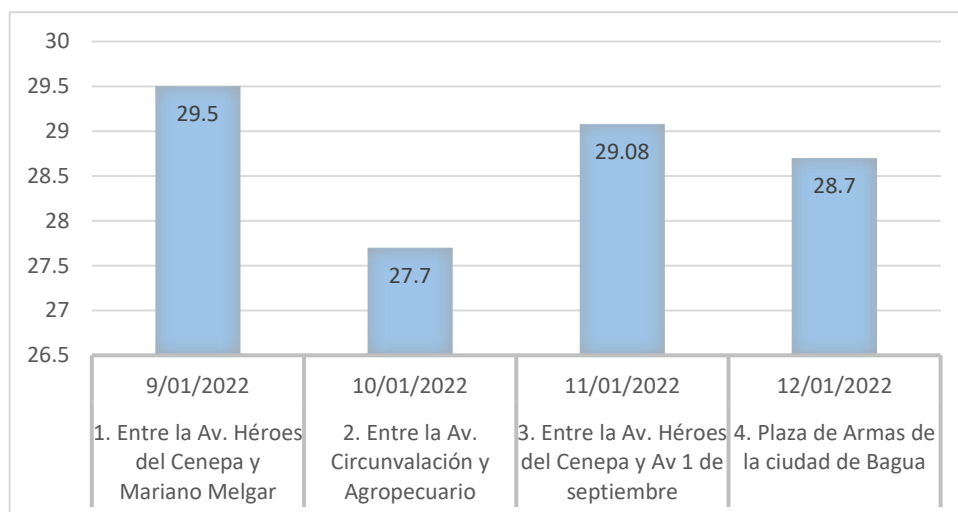
VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, PRESIÓN ATMOSFÉRICA, DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO						
Estación de Muestreo	Fecha	Temperatura C°	Humedad Relativa %	Presión hPa	Dirección del viento	Velocidad del viento
1. Entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar	09/01/2022	23.3°	74.5 (HR)	939.8 l/m2	E	3.05 m/s2
	13/01/2022	29.5°	60.9 (HR)	722.8 l/m2	SW	3.04 m/s2
2. Entre las Av. Circunvalación y Agropecuario	10/01/2022	20.4°	84.8 (HR)	917.1 l/m2	NE	5.39 m/s2
	14/01/2022	27.8°	65.5 (HR)	721.3 l/m2	S.E	3.20 m/s2
3. Entre la Av. Héroes del Cenepa y Jr. 1 de septiembre	11/01/2022	18.1°	96.9 (HR)	915.6 l/m2	NW	1.18 m/s2
	15/01/2022	29.4°	62.5 (HR)	721.4 l/m2	N.E	3.3 m/s2
4. Plaza de Armas de la ciudad de Bagua	12/02/2022	19.1°	89.3 (HR)	909.9 l/m2	NW	1.18 m/s2
	16/02/2022	28.2	63.2 (HR)	721 l/m2	N	3.2 m/s2

Nota. Elaboración propia

a) **Temperatura.** Se registró una temperatura promedio máxima de 23.3 °C, en el P-01, entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar, y un promedio mínimo en el P-03, entre la Av. Héroes del Cenepa y Av. 1 de septiembre.

Figura 7

Temperatura registrada en los puntos de monitoreo

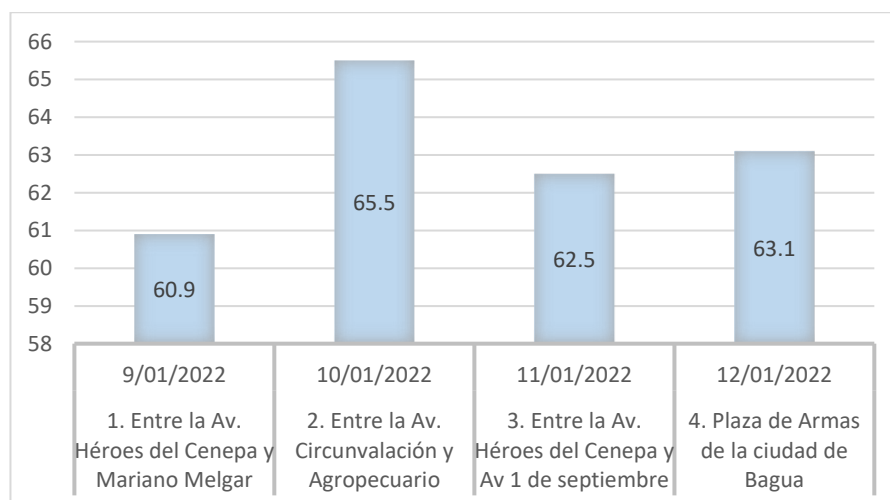


Nota. Se muestra la variación de la temperatura en el monitoreo

b) **Humedad Relativa.** Se registró una humedad relativa promedio máxima de 96.9 %, en el P-03, entre la Av. Héroes del Cenepa y Av. 1 de septiembre, y un promedio mínimo de 74.5 % en el P-01, entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar.

Figura 8

Humedad relativa registrada en los puntos de monitoreo

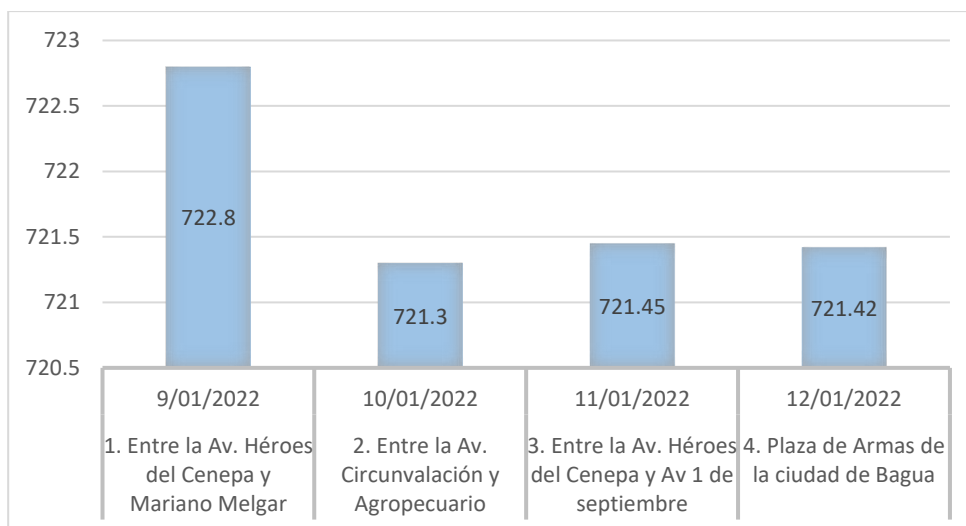


Nota. Se muestra la variación de la humedad relativa

c) **Presión Atmosférica.** Se registró una presión atmosférica promedio máxima de 938.8 hPa, en el P-01, entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar, y un promedio mínimo de 909.9 % en el P-04, entre la Plaza de Armas de la ciudad de Bagua.

Figura 9

Presión atmosférica registrada en los puntos de monitoreo

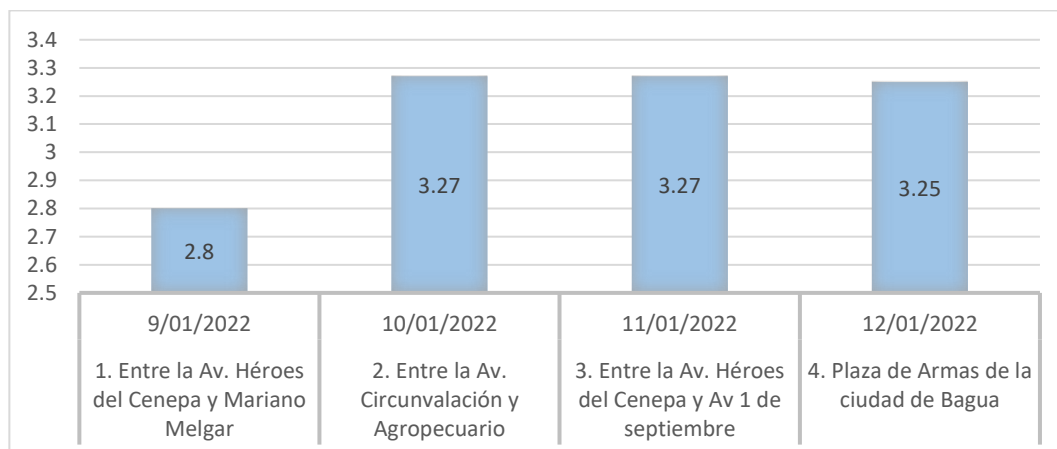


Nota. Se muestra la presión atmosférica registrada en los distintos puntos

d) **Velocidad del Viento.** Se obtuvo un padrón de una velocidad del viento promedio máxima de 5.3 m/s, en el P-02, entre la Av. Circunvalación y Agropecuario, y un promedio mínimo de 1.18 m/s en el P-03, entre la Av. Héroes del Cenepa y Av. 1 de septiembre.

Figura 10

Velocidad del viento registrada en los puntos de monitoreo



Nota. Se muestra la velocidad del viento registrada en los distintos puntos

3.3. Concentración de Material Particulado PM10

El material particulado se desarrolló entre el 09 al 16 de enero de 2022 en 4 puntos de estudio, analizando primero los resultados del PM 10 en la tabla 5, con sus mediciones en el Anexo 3.

Tabla 3.

Resultados de monitoreo de la calidad del aire

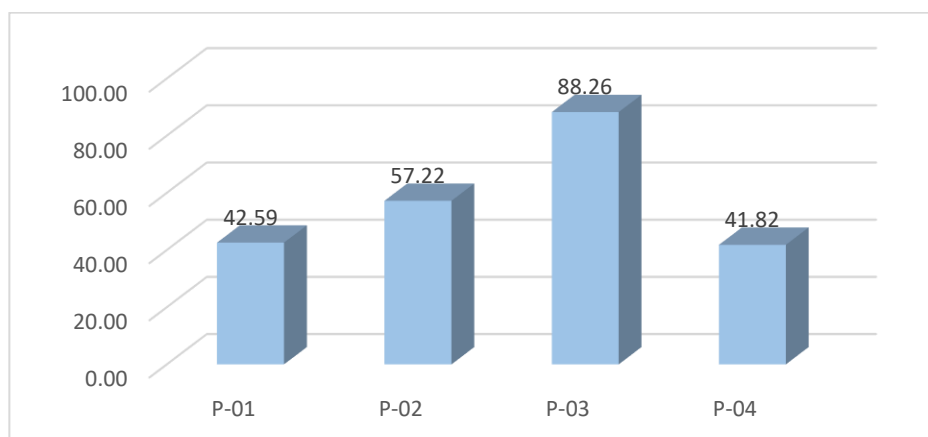
Estación de Muestreo	Coordenadas	PM 10 ug/m ³
(P-01) Entre la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar	0773315 E 9376374 N	42.59
(P-02) Entre la Av. Circunvalación y Agropecuario	0774172 E 9375990 N	51.73
(P-03) Entre la Av. Héroes del Cenepa y Av 1 de septiembre	0774096 E 9375581 N	88.25
(P-04) Plaza de Armas de la ciudad de Bagua	0773469 E 9376143 N	41.82
ECA		100

Nota. Se muestra los resultados de monitoreo en la calidad de aire

Las concentraciones de PM10, consideradas como fracción respirable reportadas por las 4 estaciones, obtenidas durante 24 horas, presentan valores que no exceden el estándar de calidad ambiental para el aire ECA 100 ug/m³ establecidos en el D.S N 003 – 2017 MINAM.

Figura 11

Concentración de Material Particulado PM10



Nota. Se muestra la concentración del material particulado PM10

3.4. Índice de la Calidad del Aire

Una vez medida la concentración de PM10, se comparó con los criterios señalados en el DS N° 003-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del aire. Posteriormente, se realizó una comparación utilizando el Índice de Calidad del Aire (INCA), el cual está compuesto por cuatro niveles o escalas codificadas por colores. La escala de color verde contiene valores comprendidos entre 0 y 50, lo que indica una buena calidad del aire; la escala de color amarillo contiene valores comprendidos entre 51 y 100, lo que indica una calidad del aire moderada; y la escala de color naranja contiene valores comprendidos entre 101 y el Valor Umbral del Estado de Atención (VUEC) para cada contaminante, lo que indica una mala calidad del aire. En conclusión, la tonalidad roja de la cuarta banda significa que la calidad del aire supera el valor umbral; este valor corresponde a la implementación de los Niveles de Alerta Estatal Nacional por parte de la autoridad de Salud. Según lo declarado por MINAM (2016).

Tabla 4.

Valores del índice de calidad del aire

Valor	Cifra	Color
Buena	0-50 ug/m ³	Verde
Moderada	51-100 ug/m ³	Amarillo
Mala	101-VUEC	Anaranjado
*VUEC	>VUEC	Rojo

Nota. Se muestra la concentración del material particulado PM10

Así también, se muestra las recomendaciones de índice de calidad, según los colores.

Tabla 5.*Recomendaciones del índice de la calidad de aire*

Valor	Descripción	Medidas a tomar
BUENA	Considera que la calidad del aire es buena, no representa riesgo alguno al medio	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre.
MODERADA	La población vulnerable entre ellas (personas de la tercera edad, mujeres embarazadas y niños) o que presenten tipos de enfermedades crónicas	La calidad del aire cumple con el ECA de Aire y es aceptable. Puede participar en actividades al aire libre con algunas restricciones para personas sensibles.
MALA	Los problemas de salud podrían surgir en la población vulnerable. La población en su conjunto puede verse afectado.	Tenga cuidado con los informes sobre la calidad del aire. Evite realizar actividades físicas y ejercicios al aire libre.
UMBRAL DE CUIDADO	La salud de toda la población puede verse seriamente afectada.	Implementar estados de alerta.

Nota. Se muestra las recomendaciones según cada color

Se identificó que el índice de calidad del aire del distrito de Bagua es moderado debido a la concentración de material particulado PM10 en dos de los cuatro puntos monitoreados P-02 = 57.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-03 = 88.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por lo tanto se encuentra en la banda amarilla que refiere valores de 51 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y muestra una calidad de aire moderado.

IV. DISCUSIÓN

Se estima que (el 99%) de los seres vivos en el mundo inhalan un aire que es mayor a los límites de calidad del aire dados por el DS N° 003 -2017 – MINAM y la Organización Mundial de la Salud, poniendo nuestra vida en peligro; especialmente las partículas pequeñas que ingresan a nuestros pulmones y también al torrente sanguíneo, causando conmociones cardiovasculares, cerebrovasculares (ictus) y respiratorios. Esto guarda relación con la presente investigación que busco evaluar la calidad del aire por material particulado en Bagua ciudad, identificando que, de los 4 puntos monitoreados, P-01 = 42.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-02 = 57.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, P-03 = 88.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y P-04 = 41.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; no superan lo establecido en los ECA para aire, según la normativa nacional, a diferencia de la directriz que establece la Organización Mundial de la Salud (2016), de esto modo superando en 3 puntos de los 4 Monitoreados.

Por el contrario, Gonzáles (2012) identifica variables meteorológicas como la temperatura, la velocidad del viento, la precipitación y la humedad relativa como determinantes significativos en la fluctuación de la concentración de PM10. Según García y Tantaleán (2008), factores meteorológicos como la radiación solar, la temperatura y la humedad tienen un efecto adverso sobre la calidad del aire. Los investigadores identificaron velocidades del viento superiores a 3 m/s y temperaturas que oscilaban entre 25 °C y 30 °C en el lugar de estudio. Abusar en demasía de las riquezas naturales, la densidad urbano-industrial, la alternación en el uso del suelo y las grandes cantidades de contaminantes que se vierten hacia el aire, contribuyen a un proceso aparentemente irreversible de deterioro ambiental. Estas implicaciones afectan no solo a las especies vivas, sino también al medio ambiente y la salud de las personas.

"Esta es otra observación de Liela (2021), quien afirma además que los niveles de contaminación atmosférica son más elevados en las zonas cercanas a las ciudades donde las extracciones de canteras se realizan con explosivos, mientras que las perforaciones y las obras subterráneas producen contaminantes atmosféricos en menor grado, a pesar de que contaminan otros medios tangibles como el suelo y el agua." Escobar (2017) observaron además que, durante las fases iniciales de la producción, de partículas durante el proceso de extracción, hay una mayor incidencia de la contaminación. Esto se evidencia por la generación de polvo y ruido, que es reportado por el 98% de la población en esta etapa.

La evaluación de la calidad del aire en la ciudad de Bagua se realizó mediante el examen de las emisiones de partículas PM10. Las concentraciones medidas de estas partículas oscilaron entre 41,82 y 88,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones se calcularon utilizando los siguientes parámetros: una presión atmosférica de 767mmHg, una temperatura media de 13 °C, una diferencia de presión manométrica de 10,4 y un caudal real de 1,13 m^3/min durante un periodo de monitorización de 24 horas. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Alvarado (2019), quien observó que la calidad del aire era insalubre. Además, según la investigación de Tarazona (2018), la calidad del aire en el barrio Mochuelo-Alto Bogotá fue categorizada como moderada según el sistema IDEAM. Al comparar las cantidades de material particulado encontradas en la atmósfera. Luego de una evaluación de la calidad del aire en el barrio Mochuelo-Alto Bogotá, se llegó a esta conclusión.

Esto contrasta con los resultados de Ahuanari y Mozombite (2011), que evaluaron el grado de perturbación causado por el ruido y las emisiones de gases durante la construcción del Centro de Salud de San Antonio del Estrecho. Dichos investigadores concluyeron que el nivel de contaminación derivado de las emisiones de partículas PM10 se encuentra dentro del rango Moderado, dado que la calidad del aire es aceptable según los datos que van de 50 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El actual índice de calidad del aire PM10 (INCA) se sitúa en la franja "moderada" de 51 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta clasificación supone un riesgo para las personas especialmente vulnerables. Las personas especialmente vulnerables deben abstenerse de realizar actividades extenuantes o prolongadas al aire libre y vigilar la aparición de síntomas indicativos de contaminación por partículas, como tos y dificultad respiratoria.

De igual forma, en su artículo científico "Evaluación de la calidad del aire en la Universidad de Santiago de Cali", Reyes y Bernal (2019) registraron los siguientes valores: 91,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto de monitoreo inicial, 103,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el segundo punto de monitoreo y 124,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el tercer punto de monitoreo. En el tercer punto, el valor registrado fue de 124,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y en el quinto punto, disminuyó a 100,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A partir de estos valores, puede deducirse que los niveles de emisión de partículas superan los umbrales de la norma nacional, fijada en 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Además, Tarazona (2018) realizó una evaluación de la calidad del aire en Mochuelo-Alto Bogotá y encontró que el valor de PM10 alcanzó un máximo de 154,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en abril, se mantuvo dentro de los límites permisibles establecidos por la normatividad colombiana en mayo y junio (158,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en junio, disminuyó a 47,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en agosto, superó los 103,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en septiembre y alcanzó un máximo de 115,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en octubre, lo que indica un indicio de la calidad del aire en esos meses. En contraste, los hallazgos de Ahuanari y Mozombite (2019) respecto al impacto de las emisiones de gas y ruido en la construcción del Centro de Salud en la ciudad de San Antonio del Estrecho indican que el nivel de PM10 fue de 89,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que se encuentra dentro del rango aceptable para los estándares de calidad del aire.

V. CONCLUSIONES

Las fuentes de contaminación atmosférica en el distrito urbano de Bagua incluyen la Av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar, entre la Av. Circunvalación y Agropecuario, entre la Av. Héroes del Cenepa y Av. 1 de septiembre y la Plaza de Armas de la ciudad de Bagua. Los niveles de material particulado PM10 se determinaron en mayor medida por el aumento del servicio vehicular en comparación con la circulación peatonal.

Se encontró que el punto de monitoreo P-03, ubicado entre las cuadras 3-4 de la Av. Héroes de Cenepa y las cuadras 2-3 del Jr. 1 de septiembre, presentaron el índice más alto de contaminación del aire con material particulado PM10 en el área urbana del distrito de Bagua en 24 horas de evaluación. Además, se descubrió que dos puntos de seguimiento o monitoreo superaron el máximo de la OMS para el aire que es de 45 ug/m³, El P-02 tiene 50.72 ug/m³ entre las cuadras 4-5 de la Av. Circunvalación y las cuadras 6-7 de la Av. Agropecuario, mientras que el P-03 tiene 88.26 ug/m³ entre las cuadras 3-4 de la Av. Héroes del Cenepa y las cuadras 2-3 del Jr. 1 de septiembre.

Se decretó que el índice de calidad del aire del distrito de Bagua es moderado debido a la concentración de material particulado PM10 en dos de los cuatro puntos monitoreados P-50 = 50.73 µg/m³, P-03 = 88.25µg/m³ se encuentran en la banda amarilla que refiere valores de 51 a 100 y muestra una calidad moderada.

VI. RECOMENDACIONES

Las concentraciones de partículas en el ambiente en diversos puntos de control de la calidad del aire en la región urbana del distrito de Bagua no superaron las normas de calidad ambiental prescritas. No obstante, su presencia justifica un seguimiento periódico, junto con la de otros contaminantes atmosféricos, para evaluar su progresión y permitir la adopción de medidas proactivas en caso de contaminación atmosférica en lugar de reactivas.

Las investigaciones posteriores deberán incorporar variables meteorológicas como la velocidad y dirección del viento, la humedad relativa y las precipitaciones, entre otras. Esto permitirá construir una rosa de los vientos, que determinará el movimiento a sotavento y a barlovento de las partículas en suspensión PM10 en la ciudad de Bagua. Para documentar estos parámetros, se debe utilizar una estación meteorológica convencional mecánica o portátil.

Poner en marcha mecanismos que faciliten la cooperación regional y el intercambio de información, datos, políticas y acciones para hacer frente a la crisis sanitaria y de contaminación atmosférica de forma estratégica.

Comprometerse firmemente a eliminar el uso de combustibles fósiles y destinar recursos a alternativas energéticas sostenibles y de bajas emisiones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuanari, R., y Mozombite, D. (2011). *Evaluación del grado de contaminación por efecto de la emisión de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud. San Juan Bautist.* [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/824>
- Alvarado, R. (2019). *Evauación de la calidad de aire por la emisión del material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi - 2018. Tarapoto - Perú.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39381>
- Carrasco, H. (2023). *Evaluación de la calidad de aire de la cantera La Laguna, Bagua Grande, Utcubamba, Amazonas.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3318/Hitscliff%20Carrasco%20Ortiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escobar, M. (2017). *Nivel de concentración de polvos respirables y su relación con la salud ocupacional de los trabajadores de las compañías mineras Taylor's y Sierra Central en las cuencas del río Huari y río Mantaro - Yauli 2017.* [Tesis de grado, Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4106/3/IV_FIN_108_TE_Escobar_Meza_2017.pdf
- García, V., y Tantalean, N. (2008). Evaluación del grado de contaminación del aire en el centro Histórico de Lima. *Revista científica*, 4(69). <https://doi.org/https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-del-grado-de-contaminaci%C3%B3n-del-aire-en-Garc%C3%ADa-Tantale%C3%A1n/c09cc4470ddecec8190503be44142e91369b6f1d>
- González, C. M. (2012). *Calidad del aire en la zona centro y oriente de la ciudad de Manizales: influencia del material particulado (pm10) y lluvia ácida.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9864>

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education.
<https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Juste, I. (7 de septiembre de 2022). *Soluciones para la contaminación del aire*. Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/soluciones-para-la-contaminacion-del-aire-638.html>
- Licla, L. R. (2021). Evaluación de la Calidad de Aire en el Proyecto de Explotación Cantera Camucha, distrito de Morococha, provincia de Yauli, Junín. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas*, 24(48), 245 - 251.
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21777>
- Ministerio del Ambiente. (9 de agosto de 2020). *Gestión de Calidad del Aire*.
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/zonas-de-atencion-prioritaria/>
- Ministerio del Ambiente. (7 de junio de 2017). *Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM*.
Diario Oficial El Peruano: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (17 de mayo de 2017). *Enfermedades cardiovasculares*.
[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Organización Mundial de la Salud. (25 de mayo de 2023). *Calidad del Aire Ambiente*.
<https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire/calidad-aire-ambiente>
- Resolución Ministerial N° 181- 2016-MINAM. Establecen el índice de Calidad del Aire – INCA y crean el Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO AIRE PERÚ (23 de mayo de 2017).
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-181-2016-minam/>
- Reyes, T., & Bernal, D. (2019). *Evaluación de la calidad de aire en la Universidad Santiago de Cali*. [Tesis de grado, Universidad Santoago de Cali].
- Tarazona, P. (2018). *Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM10) en la vereda Mochuelo - Alto Bogotá D.C. Bogotá -*

Colombia. [Tesis de grado, Universidad El Bosque].
<https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstreams/da795dde-ded3-4493-942b-7bfa5036c21b/download>

ANEXOS

Anexo 1: Informe de Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 22038.27

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : O.S. 211228.03 DA
 N° de Protocolo : 22038.27
 Cliente : **JORGE LUIS DOMÍNGUEZ MELÉNDEZ**
 Dirección legal del cliente : Jr. Rodríguez de Mendoza N° 458 - Bagua
 Muestra(s) declarada(s) : Calidad de aire
 Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Proyecto de tesis "Evaluación de la calidad del aire por material particulado con diámetro menor a 10micras (PM10) en la ciudad de Bagua - Amazonas"
Lugar del proyecto: Ciudad de Bagua - Provincia de Bagua - Región Amazonas
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 08 muestras
 Forma de Presentación : 01 filtro de alto volumen por muestra
 Identificación de la Muestra : Código de laboratorio del 02-07027.01 al 02-07027.08
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2022-02-07
 Fecha de Inicio del Análisis : 2022-02-07
 Fecha de Emisión de Informe : 2022-02-16

Código de Laboratorio			02-07027.01	02-07027.02	02-07027.03
Código de Punto de Muestreo			P-01	P-02	P-03
Descripción del Punto de Muestreo			Entre las av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar	Entre las av. Circunvalación y av. Agropecuaria	Entre av. Héroes del Cenepa y Jr. 1 de Septiembre
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			09-01-2022 20:00 Hrs	10-01-2022 22:00 Hrs	11-01-2022 01:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			10-01-2022 20:00 Hrs	11-01-2022 22:00 Hrs	12-01-2022 01:00 Hrs
Tipo de Muestra			Aire	Aire	Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0773306 N 93776374 432 m.s.n.m.	E 0774170 N 9375992 436 m.s.n.m.	E 0774098 N 9376120 418 m.s.n.m.
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
Filtro para alto volumen PM 10 (peso inicial)	g/filtro	0.0008	3.5412	3.5299	3.5091
Filtro para alto volumen PM 10 (peso final)	g/filtro	0.0008	3.6079	3.5963	3.6444



1 de 3

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

INFORME DE ENSAYO 22038.27

Registro N° LE - 120

FR 044

Continuación...

Código de Laboratorio				02-07027.04	02-07027.05	02-07027.06	02-07027.07
Código de Punto de Muestreo				P-04	P-05	P-06	P-07
Descripción del Punto de Muestreo				Plaza de Armas de Bagua - Bagua - Amazonas	Entre las av. Héroes del Cenepa y Mariano Melgar	Entre las av. Agropecuaria y av. Circunvalación	Entre las av. Héroes del Cenepa y jr. 1 de Septiembre
Fecha Inicial / Hora de Muestreo				12-01-2022 04:00 Hrs	13-01-2022 06:00 Hrs	14-01-2022 08:00 Hrs	15-01-2022 10:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo				13-01-2022 04:00 Hrs	14-01-2022 06:00 Hrs	15-01-2022 08:00 Hrs	16-01-2022 10:00 Hrs
Tipo de Muestra				Aire	Aire	Aire	Aire
Coordenadas del Punto de Muestreo				E 0773442 N 9376120 418 m.s.n.m.	E 0773307 N 9376376 432 m.s.n.m.	E 0774172 N 9375992 436 m.s.n.m.	E 0774098 N 9375582 431 m.s.n.m.
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	
Filtro para alto volumen PM 10 _(peso inicial)	g/filtro	0.0008	3.5342	3.5348	3.5333	3.5260	
Filtro para alto volumen PM 10 _(peso final)	g/filtro	0.0008	3.5982	3.6323	3.7328	3.6482	
Código de Laboratorio				02-0727.08			
Código de Punto de Muestreo				P-08			
Descripción del Punto de Muestreo				Plaza de Armas de Bagua - Bagua - Amazonas			
Fecha Inicial / Hora de Muestreo				16-01-2022 12:00 Hrs			
Fecha Final / Hora de Muestreo				17-01-2022 12:00 Hrs			
Tipo de Muestra				Aire			
Coordenadas del Punto de Muestreo				E 0773442 N 9376120 418 m.s.n.m.			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados				
Filtro para alto volumen PM 10 _(peso inicial)	g/filtro	0.0008	3.5228				
Filtro para alto volumen PM 10 _(peso final)	g/filtro	0.0008	3.5856				



2 de 3

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

INFORME DE ENSAYO 22038.27

Registro N°LE - 120

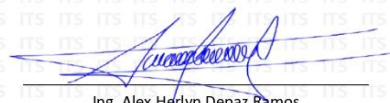
FR 044

Continuación...

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Determinación de peso de material particulado y peso de filtro: PM2.5 y PM10 Alto volumen	NTP 900.030:2018 (Item 11.2 al 11.5 y 11.16 al 11.17) (No Incluye Muestreo) (VALIDADO - Modificado). 2019. MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL. Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmósfera.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Ing. Alex Herlyn Depaz Ramos
C.I.P. 225833

Supervisor de Laboratorio de Físicoquímica

Fin de documento

3 de 3



El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

Anexo 2: Calibración de equipos



CERTIFICADO DE CALIBRACION OHLF-845-2022

1.- SOLICITANTE

Razón social: ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY OF PERU E.I.R.L.

Dirección: MZA. M12 LOTE. 13 MCAL. CACERES LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

 HIVOL (VENTURI)

Marca : Thermo Scientific
Modelo : G10557
N° de Serie : P9430X
Procedencia : Estados Unidos

3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración fue realizada tomando como referencia el procedimiento descrito en el EPA Compendium Method IO - 2,1

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

* El instrumento fue calibrado el 2022-06-22.

* La calibración se realizó en el Área de Flujo del Laboratorio OHLAB.

5.- TRAZABILIDAD

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo
TE-5028A	Calibrador Vari Flow	TISCH Environmental	TE-5028A
TISCH Environmental			

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	22,2 °C	± 0,1 °C
Humedad	60,9 % HR	± 1,6 % HR
Presión	1012,0 hPa	± 0,2 hPa

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB. Certificado sin firma y sello carecen de validez.

Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto.

Fecha de emisión: 2022-06-22.



OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY SAC
.....
Juan Diego Arribasplata
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
Laboratorio de Metrología
Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú
Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672
Email: comercial@ohlaboratory.com
Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 2
FGC-042/MARZO2020/Rev.04

CERTIFICADO DE CALIBRACION OHLF-845-2022

7.- RESULTADOS

Ta (K):	295,1	Pa (mmHg):	759	Slope:	1,04617			
				Int.:	-0,01981			

Corrida Number	Orificio "H2O	Qa m ³ /min	Muestreador "H2O	Pf mm Hg	Po/Pa	Look Up m ³ /min	% de diferencia	Incertidumbre m ³ /min
1	3,94	1,202	11,1	20,716	0,973	1,190	-0,998	0,1
2	3,87	1,191	12,5	23,328	0,969	1,184	-0,588	0,1
3	3,79	1,179	13,4	25,008	0,967	1,182	0,254	0,1
4	3,61	1,151	15,9	29,674	0,961	1,178	2,345	0,1
5	3,52	1,137	17,8	33,220	0,956	1,172	3,078	0,1

7.1.- NOTAS

- * Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 15 mediciones por punto de calibración.
- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- * La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- * La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel aproximado de confianza del 95%.

(Fin del documento)

Anexo 3: Panel Fotográfico

Instalación de Hi-Vol en punto de Muestreo



Programación de la estación meteorológica





Recolección de Filtro de Cuarzo



Recolección de datos de la Estación meteorológica