

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
SANITARIA**



TESIS

**"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA EMISIÓN
DE MATERIAL PARTICULADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS
Y VEREDAS DEL JIRÓN ODO NOVAN-HUANCAMELICA, 2021"**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
GESTIÓN AMBIENTAL Y/O SANITARIA**

PRESENTADO POR:

**Bach. BARRIENTOS PAYTAN, ARACELY SARA
Bach. ESPINOZA ANCALLE, LISETH YULISA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

**HUANCAMELICA, PERÚ
2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los seis días (06) del mes de diciembre del año 2021, siendo las diecisiete horas (17:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: Mg. Pedro Antonio Palomino Pastrana (Presidente), Mg. Wilfredo Sáez Huamán (Secretario), Dr. Victor Guillermo Sánchez Araujo (Asesor), designados con Resolución de Decano N° 316-2021-FCI-UNH, de fecha 19 de noviembre del 2021, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN ODO NOVAN-HUACAVELICA, 2021”**, presentada por las Bachilleres **Aracely Sara BARRIENTOS PAYTAN** y **Liseth Yulisa ESPINOZA ANCALLE** a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas 6: 00 pm; se comunicó a las sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Aracely Sara BARRIENTOS PAYTAN

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

Liseth Yulisa ESPINOZA ANCALLE

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

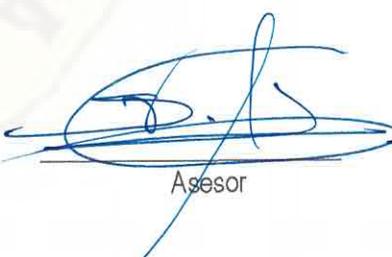
En señal de conformidad, firmamos a continuación:



Presidente



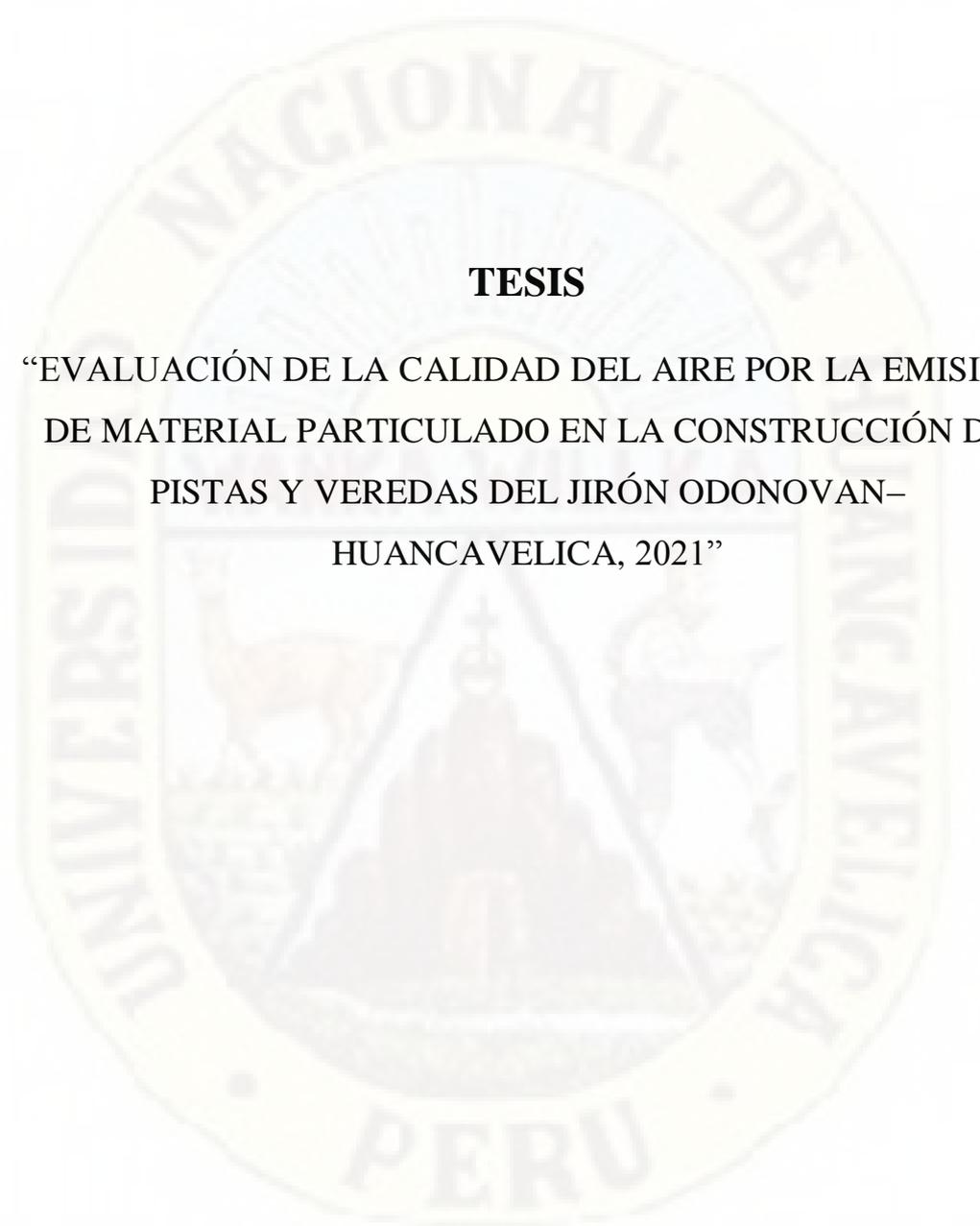
Secretario



Asesor

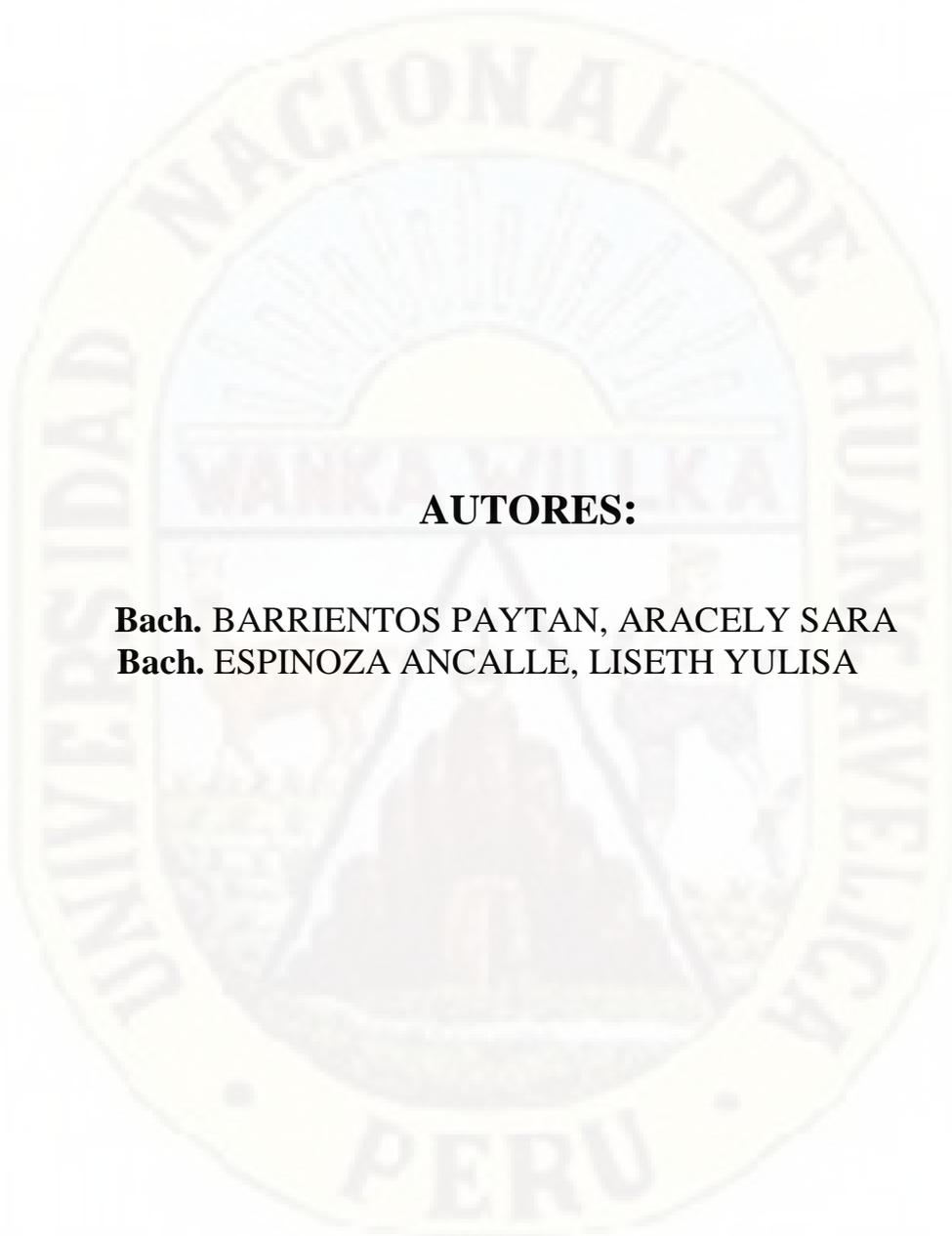


Vº Bº Decano



TESIS

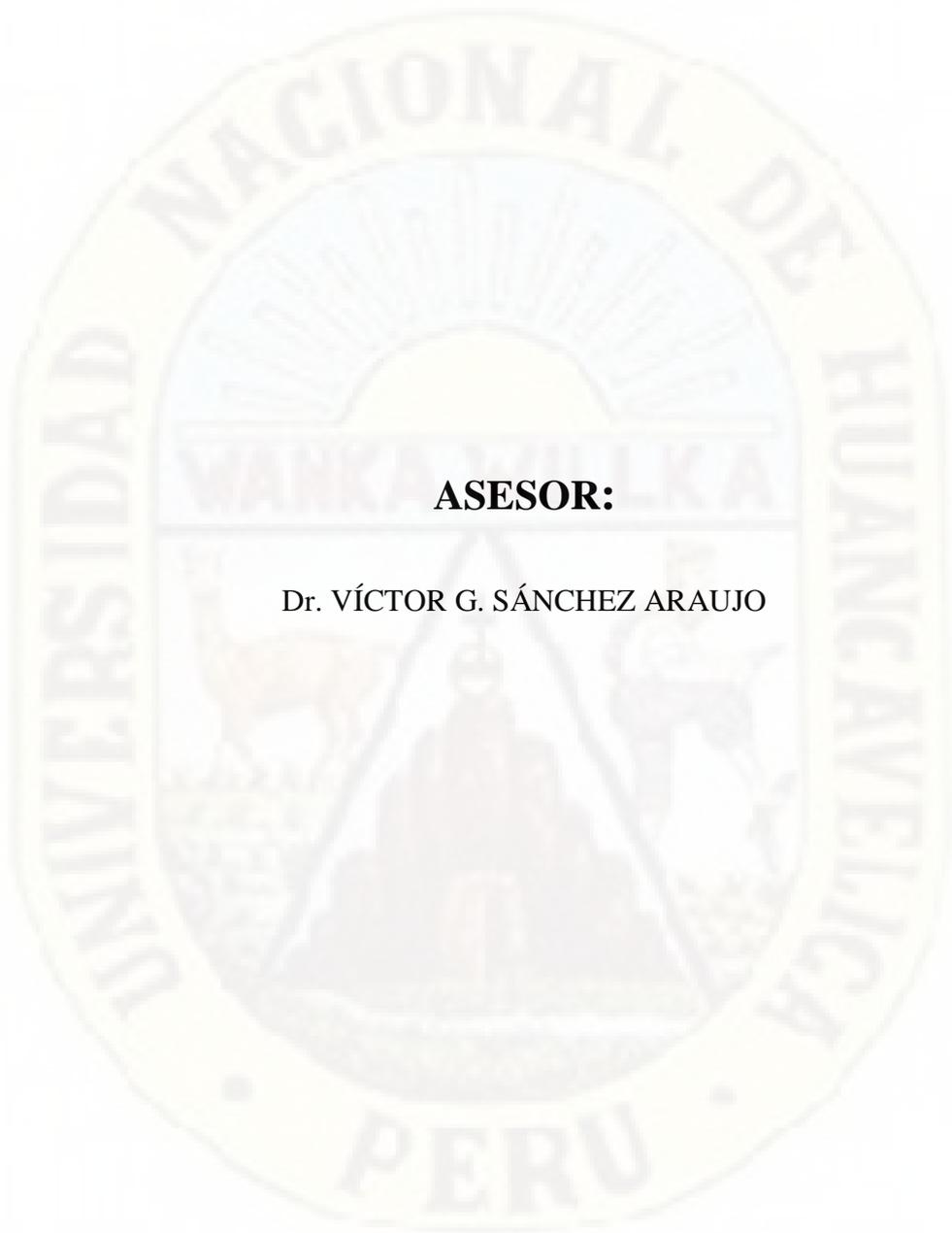
“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA EMISIÓN
DE MATERIAL PARTICULADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE
PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN ODO NOVAN-
HUANCAVELICA, 2021”



AUTORES:

Bach. BARRIENTOS PAYTAN, ARACELY SARA

Bach. ESPINOZA ANCALLE, LISETH YULISA



ASESOR:

Dr. VÍCTOR G. SÁNCHEZ ARAUJO

AGRADECIMIENTO

La universidad Nacional de Huancavelica nos dio la bienvenida al mundo como tal, las diferentes oportunidades brindadas han sido incomparables, Y antes de todo esto no tenía ni idea que fuera posible sentir todas estas emociones.

A nuestros familiares, a nuestros padres, hermanos y hermanas por haber sido los ejemplos de superación y guía.

Agradecemos mucho por la ayuda a todos nuestros docentes, de manera especial, agradecemos profundamente al Dr. Víctor G. Sánchez Araujo por su paciencia, tiempo, motivación y ayuda el cual fue un pilar importante y fundamental en la elaboración de todo el proceso de la tesis.

A nuestros amigos, con quienes nos apoyamos a lo largo de la formación profesional y que gracias a esa consolidación de equipo pudimos obtener tantos logros académicos.



TABLA DE CONTENIDO

AUTORES:.....	3
ASESOR:.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción del problema.....	13
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Justificación.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases conceptuales.....	9
2.1. Hipótesis.....	14
2.2. Definición de términos	15
2.3. Definición operativa de variables.....	16
2.4. Operacionalización de la variable	17
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. Tipo de investigación	19
3.2. Nivel de investigación	19
3.3. Método de Investigación	20
3.4. Diseño de investigación.....	20
3.5. Población y muestra	21
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.7. Procedimiento.....	26
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	36
3.9. Aspectos éticos	36
CAPÍTULO IV	37
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.1. Resultados	37
4.2. Prueba de hipótesis	44
4.3. Discusión de resultados	59

CONCLUSIÓN.....	64
RECOMENDACIÓN.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
APÉNDICE.....	70



ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental.....	12
<i>Tabla 2</i> Efectos en la salud humana por exposición a material particulado PM10 y PM2.5.....	14
<i>Tabla 3</i> Operacionalización de variables.....	17
<i>Tabla 4</i> Cuadro de las técnicas e instrumento de recolección de datos.....	23
<i>Tabla 5</i> Validación de instrumentos.....	26
<i>Tabla 6</i> Número mínimo de estaciones.....	26
<i>Tabla 7</i> Determinación de los parámetros a monitorear.....	27
<i>Tabla 8</i> Puntos de corte de Índice de Calidad del Aire-ICA.....	34
<i>Tabla 9</i> Valores de la Calidad del aire.....	35
<i>Tabla 10</i> Umbrales del AQI para el PM2.5.....	35
<i>Tabla 11</i> Umbrales del AQI para el PM10.....	35
<i>Tabla 12</i> Índice de calidad de aire global.....	37
<i>Tabla 13</i> Concentración del PM10 e índice de calidad de aire para material particulado PM 2.5.....	38
<i>Tabla 14</i> Concentración del PM 2.5 e índice de calidad de aire para material particulado PM 2.5.....	40
<i>Tabla 15</i> Prueba de T de Student para la concentración de AQI Global.....	45
<i>Tabla 16</i> Datos para la prueba de T de Student para la concentración de AQI Global.....	45
<i>Tabla 17</i> Prueba de T de Student para la concentración de AQI10.....	47
<i>Tabla 18</i> Datos para la prueba de T de Student para la concentración de AQI10.....	48
<i>Tabla 19</i> Prueba de T de Student para la concentración de AQI2.5.....	50
<i>Tabla 20</i> Datos para la prueba de T de Student para la concentración de AQI2.5.....	51
<i>Tabla 21</i> Prueba de T de Student para la concentración de PM10.....	53
<i>Tabla 22</i> Datos para la prueba de T de Student para la concentración de PM10.....	54
<i>Tabla 23</i> Prueba de T de Student para la concentración de PM2.5.....	56
<i>Tabla 24</i> Datos para la prueba de T de Student para la concentración de PM2.5.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Incide de calidad global “AQI global, AQI PM10 y AQI2.5”	38
Figura 2 Índice de calidad de aire para material particulado de PM10.....	39
Figura 3 Comparación de la concentración de PM 2.5 con la ECA, para material particulado.....	41
Figura 4 Concentración de material particulado PM10	41
Figura 5 Comparación de la concentración de PM10 con la ECA, para material particulado.....	42
Figura 6 Concentración de material particulado PM2.5	43
Figura 7 Comparación de la concentración de PM2.5 con la ECA, para material particulado.....	43
Figura 8 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración AQI Global.....	46
Figura 9 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración AQI10.	49
Figura 10 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración AQI2.5.....	52
Figura 11 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración PM10.	55
Figura 12 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración PM2.5.	58



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado “Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan– Huancavelica, 2021”, se planteó como problema ¿Cuál es la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica, 2021?, con el objetivo de: Evaluar la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica, 2021. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, de nivel explicativo, con un diseño no experimental y un método científico, en donde se eligió 5 puntos de monitoreo mediante un muestreo no probabilístico y se tuvo en cuenta el protocolo de monitoreo de aire y la recolección de datos se realizó mediante el equipo Hi-Vol de alto volumen a un flujo de 1.13 m³/s y fichas de recolección de datos, de la misma forma se hizo uso de la balanza analítica para la medición de los filtros de PM10 y PM2.5 para obtener las concentraciones del material particulado suspendido en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan, para la determinación del AQI se hizo uso del aplicativo AQI-aire y para la obtención del AQI global se hizo uso de las fórmulas establecidas en el índice de calidad de aire. Los resultados de PM10 fueron 104.64, 103.88, 101.41, 102.17, 97.5 μg/m³ con un promedio de 101.92 μg/m³ los cuales superan los estándares de calidad ambiental y de igual forma se obtuvieron valores de PM2.5 de 53.42, 59.25, 56.9, 60.27, 49.07 μg/m³ con un promedio de 55.78 μg/m³ los cuales superan los estándares de calidad ambiental para material suspendido fino. Asimismo, la calidad de aire global del PM10 fue moderado, PM2.5 fue no saludable para grupos sensibles y el AQI global fue No saludable para grupos sensibles. Al final concluimos con que la calidad del aire en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan, por la emisión de material particulado de PM10 y PM2.5 no es buena; ya que posee una escala moderada, no salubre e insalubre, lo cual indica que el aire que se respira Jirón Odonovan, es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicho Jiron podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire.

Palabra clave: Calidad de aire, material particular suspendido, Hi-vol

ABSTRACT

In the present research work entitled "Evaluation of air quality due to the emission of particulate material in the construction of tracks and sidewalks of the Odonovan shred - Huancavelica, 2021", the problem was raised: What is the quality of the air due to the emission of particulate material in the construction of tracks and sidewalks of the Odonovan -Huancavelica shred, 2021 ?, with the aim of: Evaluating the air quality due to the emission of particulate material in the construction of tracks and sidewalks of the Odonovan -Huancavelica shred, 2021. The research methodology was applied type, explanatory level, with a non-experimental design and a scientific method, where 5 monitoring points were chosen through non-probabilistic sampling and the air monitoring protocol and collection were taken into account. data was carried out using the high-volume Hi-vol equipment at a flow of 1.13 m³ / s and data collection sheets, in the same way, the analytical balance p For the measurement of the PM10 and PM2.5 filters to obtain the concentrations of the suspended particulate material in the construction of tracks and sidewalks of Jirón Odonovan, the AQI-air application was used to determine the AQI and to obtain the AQI global, the formulas established in the air quality index were used. The PM10 results were 104.64, 103.88, 101.41, 102.17, 97.5µg / m³ with an average of 101.92 µg / m³ which exceed the environmental quality standards and in the same way PM2.5 values of 53.42, 59.25, 56.9 were obtained, 60.27, 49.07 µg / m³ with an average of 55.78 µg / m³ which exceed the environmental quality standards for fine suspended material. Likewise, the global air quality of PM10 was moderate, PM2.5 was unhealthy for sensitive groups, and the global AQI was Unhealthy for sensitive groups. In the end, we concluded that the air quality in the construction of tracks and sidewalks of Jirón Odonovan, due to the emission of PM10 and PM2.5 particulate matter, is not good; since it has a moderate scale, unhealthy and unhealthy, which indicates that the air that is breathed by Jirón Odonovan is tolerable, but despite this for a small number of people who live in said Jiron it could be harmful to those who are very susceptible to air pollution

Keyword: Air quality, suspended particulate material, Hi-vol

INTRODUCCIÓN

En el contexto ambiental, la contaminación atmosférica se define como la acumulación de contaminantes ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso, que en altas concentraciones afectan a la atmosfera, de la misma manera es el principal riesgo ambiental para la salud, y de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2016), el contaminante más relevante es el material particulado que presenta un diámetro de 10 micras y estas penetran en los pulmones.

El asfaltado de una carretera durante los procesos de construcción y mejoramiento, trae diversos tipos de alteraciones en la calidad del aire, uno de los más reconocidos es el incremento de material particulado de PM 10 y PM2.5. Estas tienden a desplazarse desde la fuente de la emisión hacia donde la corriente del viento los lleve.

El material particulado PM10 y PM2.5 al interactuar con el viento se dispersan, ocasionando alteraciones en la calidad del aire el cual es perjudicial para distintos tipos de ecosistemas, a la salud de las personas y al medio ambiente.

Es por ello que en este trabajo de investigación mediremos las distintas concentraciones de Material Particulado de PM10 y PM2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021. Para el cual planteamos la evaluación de la calidad del aire por material particulado.

Las autoras

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Más de 100 millones de habitantes en América Latina y el Caribe, están siendo expuestos a niveles muy altos de contaminantes que están presentes en el aire, estas a su vez sobrepasan los límites permisibles establecidos. Así lo menciona la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los drásticos cambios ocasionados por la contaminación de elementos naturales tales como: el aire, el agua, suelo y la temperatura, son ocasionados por 80% de la población que habita en la tierra.

Según la Environmental Protection Agency (2006), señala que la pulverización del material superficial del suelo en el proceso de pavimentación, el cual es ocasionado por las maquinarias en el proceso de construcción, es el inicio de las emisiones de material particulado suspendido de PM10 y PM2.5. Se expresa como diámetros aerodinámicos al tamaño del Material Particulado, haciendo referencia a la unidad de la densidad de partículas esféricas.

. El MP con diámetro aerodinámico $\leq 10 \mu\text{m}$ (MP10) y $2.5 \mu\text{m}$ (MP2.5) pueden ser emitidas por numerosas fuentes (plantas de energía, fábricas de cemento, fábricas de diverso tipo, volcanes, incendios forestales y pastizales, atomizadores o aerosoles), fuentes no puntuales (camiones, automóviles, actividades agrícolas, caminos de terracería, ranchos ganaderos) y sitios de construcción.

Cuando son más pequeña son las partículas, es mayor la permanencia en el aire, esto es debido a su tamaño y su densidad. Como resultado de las velocidades de sedimentación, el MP fino es menor i.e. $\sim 0.01 \text{ cm s}^{-1}$ para una partícula con un diámetro de 2.5 μm y densidad de 1 g cm^{-3} (Flores, et al., 2011).

Teniendo en consideración de los autores señalados párrafos arriba se puede señalar que la evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan del barrio de Santa Ana, de la Provincia y Departamento de Huancavelica, es necesaria debido a que se encuentran en la etapa de pavimentación, lo que genera la alta propagación de material particulado debido a ello se planteó la evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la calidad del aire por la emisión de material particulado PM₁₀ en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021?
- ¿Cuál es la calidad del aire en la emisión de material particulado PM_{2.5} en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021?

- ¿Cuál es el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021?
- ¿Cuál es el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM25 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

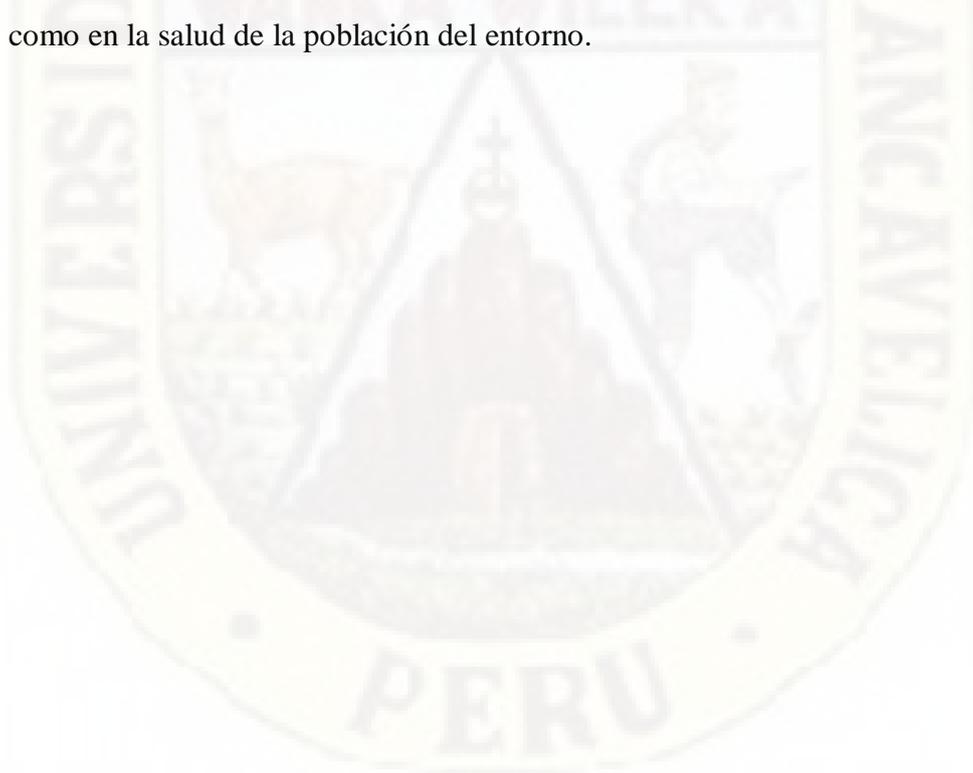
Evaluar la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica, 2021

1.3.2. Objetivos específicos

- Estimar la calidad del aire por la emisión de material particulado PM 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica, 2021.
- Estimar la calidad del aire en la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica, 2021.
- Determinar el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021.
- Determinar el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021.

1.4. Justificación

Uno de los principales factores ambientales que tienen gran repercusión en el bienestar y salud de las personas es la calidad del aire esta a su vez es de gran disponibilidad de los diversos recursos, y uno de los factores que más contaminan el aire es el material particulado el cual genera impactos severos en la salud cuando se encuentran en altas concentraciones, por ello es necesario evaluar la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan– Huancavelica, el cual comparado con los Estándares de Calidad Ambiental de aire (ECA) establecidos por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM el cual se encuentra vigente en la actualidad, podremos establecer si la calidad de aire es la adecuada y no genera impactos severos tanto en el ambiente como en la salud de la población del entorno.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel Internacional

Tarazona (2018), en su investigación sobre “Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM10) en la vereda Mochuelo - Alto Bogotá D.C.” su objetivo general fue determinar la condición eficiente del aire mediante la cuantificación de partículas (PM10), la metodología de la investigación fue de enfoque mixto, con alcance descriptivo y explicativo, los métodos aplicados fueron el deductivo y analítico, los principales resultados fueron: el PM10 en el mes de abril fue de 154.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en mayo no supero los límites de la normativa colombiana, en junio fue de 158.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en julio no supero los límites establecidos en la norma, en agosto fue de 47.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el setiembre excedió su valor con 103.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en octubre obtuvo un dato máximo de 115.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual indico que supera los límites de la norma, en noviembre fue de 51.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluyendo que los resultados de las estaciones cumplen en un 89% de los días y las concentraciones PM10 se encuentran dentro de la categoría de moderada a buena conforme a los establecido por IDEAM.

Mientras que Méndez, et al. (2017), en su artículo científico “Estimación de factores de emisión de material particulado Re suspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá” en donde tuvo como Objetivo: Pronosticar la cantidad de partículas en la obra de pavimentación de la carretera provincial de Caracolí, localizada en la ciudad de Bolívar. Resultados: Se obtuvo $7,8 \pm 0,5$ g de PM10 y $0,6 \pm 0,2$ g de PM2.5 y para aquellos caminos que se encuentran en edificación de $28 \pm 0,27$ μg de PM10 y $11 \pm 0,13$ μg de PM2.5. Llegando a la Conclusión: La concentración más alta de material particulado registrada en la obra de pavimentación se dieron durante las actividades de excavación y la simulación de dispersión en la atmosfera de partículas suspendidas indico una disminución de la zona de mayor riesgo en 1km y más de un 95% en cantidad.

Herrera (2015), en su tesis “Evaluación del impacto en calidad del aire, asociado a resuspensión de material particulado por la pavimentación de la vía principal de Caracolí - Ciudad Bolívar, Bogotá D.C” en donde tuvo como objetivo: Evaluar el impacto en calidad del aire, asociado a resuspensión de material particulado por la pavimentación de la vía principal de Caracolí – Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. Resultado: Se realizaron campañas de monitoreo de material particulado, teniendo en cuenta criterios específicos de microlocalización de estaciones de monitoreo de calidad del aire (MADS, 2008). Posteriormente se efectuó el procesamiento de datos que consistió en emplear cuatro criterios para asegurar que el material particulado provenía de la fuente en cuestión, entre ellos se encuentra la relación PM_{2.5}/PM₁₀, la relación de PM_{2.5}/BC, además de la ubicación del punto de monitoreo según la dirección predominante del viento (Upwind-Downwind). Llegando a la conclusión que las concentraciones de Material Particulado PM_{2.5} y PM₁₀ en la pavimentación afecto positivamente en la calidad del aire.

Según la Environmental Protection Agency (2006), señala que las emisiones de material particulado suspendido de PM₁₀ y PM_{2.5} en vías que no se encuentran pavimentadas, son originados por la esparción del polvo ocasionado por el movimiento de las llantas de los vehículos, ya que generan corrientes de aire con material particulado que se esparcen a gran velocidad por todo el tramo vehicular. Por lo que dicha agencia señala que el material particulado (MP) es una expresión empleada para describir a pequeñas partículas suspendidas en el aire, originadas por fenómenos naturales o por actividad antropogénica. La dimensión del PM se define en términos del diámetro aerodinámico, que hace referencia a una unidad de partículas redondas que poseen iguales características aerodinámicas, como la velocidad de caída. El material particulado que posee un diámetro aerodinámico $\leq 10 \mu\text{m}$ es un (MP₁₀) y el $2.5 \mu\text{m}$ es un (MP_{2.5}).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Arroyo (2019), desarrolló la tesis “Evaluación de las partículas PM_{2.5} y PM₁₀ en la construcción de la carretera Chota – Cochabamba (Cajamarca), con el objetivo: determinar la concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la construcción de la carretera Chota – Cochabamba en Cajamarca., con la metodología de investigación de tipo descriptiva – analítico. En el cual el instrumento que uso de recolección

de datos fue el equipo Hi.vol , la observación, obteniendo como resultados que se ha determinado que en el muestreo de PM (PM2.5 y PM10) realizado durante 12 horas de (7:00 am a 6:00 pm), obteniéndose los valores promedios de PM 2.5 y PM10 según el ECA son: (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM2.5; 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM10), en conclusión los valores obtenidos de los monitoreos de los cinco puntos de material particulado PM2.5 y PM10, en la construcción de la carretera Chota-Cochabamba en Cajamarca, los muestreos que se realizó en los años 2012 y 2013 y comparados con el ECA. D.S. N°003-2017 MINAM. se encuentran ligeramente afectado.

Jairo (2015), elaboró la tesis determinación de la calidad del aire por material particulado (pm 10), en una vía pavimentada (av. Antonio maya de brito) y una via no Pavimentada {av. Colonización) en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo - Ucayali, con el objetivo: determinar la calidad del aire por material Particulado (PM 10) en una vía pavimentada (Av. Antonio Maya de Brito) y una vía no pavimentada (Av. Colonización)., con la metodología de investigación de tipo descriptiva – no experimental. En los cuales se usaron como instrumentos de recolección de datos obtenidos del equipo, la observación, obteniendo como resultados lo siguiente la vía sin pavimento son respaldados por los resultados de la investigación realizada por Mosquedas Hoyos.

Mosqueda Hoyos (2015), desarrolló la tesis “Calidad del aire y de los efectos en la salud por pm10, en un tramo de la av. Túpac Amaru del distrito de Manantay, provincia de coronel Portillo- Ucallali-2015”, con el objetivo: determinar la calidad del aire y los efectos en la salud por material particulado (PM 10). El método utilizado fue por el monitoreo utilizando el equipo Hi-vol el cual se usó un muestreador por 30 días con la finalidad de saber las causas que produce la exposición al material particulado (PM10) en el bienestar y salud de los habitantes de dicho lugar. Dando como resultado del monitoreo de PM10, lo siguiente en el Punto N° 1 siendo 62904 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto N°2 658.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y por ultimo en el punto N°3 aun con mayor concentración. Dándonos a conocer los resultados del monitoreo sobrepasan los niveles encontrándose en un nivel de alerta de emergencia.

Bravo (2012), en su investigación sobre “Estudio de impacto ambiental Pumamarca- Abra san Martín del distrito de San Sebastián” concluyó llevo a cabo

el artículo científico "Contribución de fuentes y origen del material particulado atmosférico en Bogotá, Colombia" tuvo como objetivo realizar una caracterización química y un análisis de contribución de fuentes de la fracción de partículas menores a 10 micras y 2.5 micras en una zona urbana, para ello se realizó campañas de muestreo, en una de ellas de material particulado suspendido en una urbanización de la ciudad y la otra de material particulado del polvo de una carretera. Obteniéndose como resultados que fue mayor el volumen (%) de Material particulado menores a 10 micras y 2.5 en muestras de zonas industriales. Partículas esféricas y semiesféricas de Fe, Cu y Pb, así como angulares y subangulares de Ba, Zn, Cu, Fe, Mn, Sn y Pb, fueron identificadas con tamaño $<10\mu\text{m}$. Concluyendo así : Para finalizar se tuvo que pasar por un análisis de componentes principales en la cual se identificó 6 factores que explican sobre el origen del contaminante: erosión de suelos locales y del pavimento (63%), actividades de construcción y demolición (13%), emisiones industriales (6%), desgaste de frenos (5%), emisiones vehiculares del tubo de escape (4%) y otras fuentes (9%).

Erika (2014), "Estudio de la calidad de aire y los efectos en la salud por PM10, en un tramo de la av. TúpacAmaru, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo Ucayali-2014", nos señala que las vías sin pavimentar son una de las principales fuentes de contaminación. Sin embargo se ha demostrado experimental y científicamente que en ambas vías (Vía con pavimento y Vía sin pavimento), la concentración de material Particulado es de 444.80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 453.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los cuales sobrepasan los ECAs de Aire encontrándose además en un nivel de alerta de "URGENCIA". En conclusión, en la vía sin pavimentar (Av. Colonización) el resultado del análisis de PM 10 es de 53.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual se encuentra en un nivel de alerta de Emergencia. Sobrepasando lo establecido en el ECA para Aire que es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Trelles Motte (2018), en su investigación "Determinación del material particulado (PM10 Y PM 2.5), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) en el Distrito de Ocoruro-Provincia Espinar-Región Cusco" lo llevo a cabo durante la construcción de la carretera de Yauri-Negromayo-Imata. Para lo cual realizo 3 puntos de monitoreo de calidad de aire de PM2.5 Y PM10 con el equipo Hi-Vol. Resultado: en la construcción de carretera Yauri-Negromayo-Imata, en el mes de julio la concentración de material

particulado PM2.5 fue de 221.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 63.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los puntos de monitoreo CA-18 y CA-13 respectivamente, sobrepasando al ECA para aire. Así mismo en el punto de monitoreo CA-18 para material particulado PM10 dio como resultado 196.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Llegando a la conclusión que los análisis realizados sobrepasan a los ECA para Aire. Esto se debe a la transitividad de maquinarias pesadas, en los meses de octubre 2017 y febrero 2018 los análisis de los puntos de monitoreos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental.

2.1.3. A nivel Local

No se evidencio ningún proyecto a nivel local por ello no se tomó en consideración

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Calidad de aire

2.2.1.1. Aire

El aire puro de acuerdo a Alfayate y Gonzales (2011), se define como la mezcla de gases, partículas sólidas, vapor de agua y partículas líquidas que en conjunto envuelven la tierra; los principales gases que conforman el aire son el Nitrógeno con un 78.08% y el oxígeno con un 20.95%, también intervienen otros elementos como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono, ácido sulfhídrico y el dióxido de azufre.

2.2.1.2. Calidad de Aire

La calidad de aire es una variante indispensable ya que cada individuo respira un promedio de 3000 galones de aire por día, por ello los componentes el aire deben estar en equilibrio en la atmósfera conforme a los porcentajes establecidos, pero si al aire se agrega alguna sustancia o aumenta el porcentaje de algunos de sus compuestos, este tiende a contaminar lo cual genera un peligro para el ambiente y la salud de las personas (Alfayate, y otros, 2011).

2.2.1.3. Contaminantes del aire

Los contaminantes del aire son variados, pero existen 5 tipos que afectan seriamente a la salud por medio de la inhalación: dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno y material particulado (PM10 y PM2.5),

también se considera contaminante al dióxido de carbono ya que tiene un gran aporte en el efecto invernadero (Aragón, 2011).

La contaminación del aire se genera a partir de la alteración de los componentes de un elemento del aire, este problema paso a tener importancia a partir del siglo XIX en eventos como Meuse Valley en donde fallecieron 60 personas debido a la emisión de dióxido de azufre, de la misma manera el evento de Donora Pennsylvania donde fallecieron 4000 personas por presencia de contaminantes en el aire, a partir de ello los diversos estados decidieron tomar medidas políticas y científicas para controlar y regular diversos eventos que pueden presentarse por la contaminación del aire (Aragón, 2011).

El 5 de junio de 1972, se realiza un evento fundamental para el ambiente ya que se firma la “Declaración de Estocolmo”, en este documento se trata temas ambientales fundamentales teniendo como objetivo un logro significativo en el uso sostenible de los recursos naturales, también en el año 1992 se realiza “La cumbre de la tierra de Rio de Janeiro” en donde se aprueba la Agenda 21, que consta de un plan de medidas para el desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático, y en el año 1997 se lleva a cabo la “Cumbre de Kioto” la cual tuvo como objetivo fundamental reducir las emisiones de gases que causan el calentamiento global, este fue firmado por 160 países (Aragón, 2011).

Finalmente, en el año 2005, la Organización Mundial de la Salud (OMS), llevó a cabo un estudio de comparación de las concentraciones de material particulado (PM10) debido al crecimiento de la producción industrial, a partir del análisis la OMS declaró que el límite de concentración de partículas es de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ en 24 horas (Aragón, 2011).

2.2.1.4. Fuentes de contaminación del aire

Existen diferentes fuentes de la contaminación del aire los cuales se pueden dividir en dos: antropogénicas y naturales, en donde la contaminación natural se da por las erupciones volcánicas, incendios forestales; la contaminación antropogénica se da por medio de la actividad humana y su intervención en los diversos procesos tales como combustión, incineraciones de residuos, humos de industrias entre otros factores (Nevers, 1998).

2.2.1.5. Procesos de la contaminación atmosférica

Los contaminantes atmosféricos se encuentran sometidos a tres procesos, emisión, en este proceso se da la expulsión del contaminante desde cualquier tipo de fuente, estas sustancias son vertidas por medio de los focos emisores, dentro de los contaminantes se encuentran los óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas sólidas en suspensión con diámetros que varían de 2.5 μm a 10 μm , transmisión la cual se realiza por medio de los factores atmosféricos y finalmente la inmisión es el proceso de dispersión de los contaminantes en la atmosfera (Nevers, 1998).

La concentración de contaminantes del aire va a depender de la magnitud de la fuente y la eficiencia de dispersión, por lo que las variaciones de la concentración del contaminante se encuentran relacionado directamente con las condiciones meteorológicas, donde el viento es uno de los elementos claves para la dispersión del contaminante en el aire, pero cuando existen fuentes contaminantes al nivel del suelo se genera una relación inversa con la velocidad del viento, de la misma manera la turbulencia es otro factor fundamental ya que en espacios accidentados la turbulencia incrementa como también la dispersión de los contaminantes (Nevers, 1998).

El tiempo de vida media de un contaminante se encuentra relacionado con la escala espacial y temporal de un contaminante, ya que, si se emite un contaminante a la atmosfera con un tiempo de vida largo, las corrientes atmosféricas lo transportan por diversos lugares generando una contaminación a escala global, pero cuando se emite un contaminante con tiempo de vida medio la escala espacial seria pequeña. Los contaminantes de vida media más cortas son aquellos que tienen el radical libre de hidroxilo, hidroperoxilo y nitrato, debido a que estos tienen un electrón libre y con sustancias reactivas, de la misma manera, dentro de los contaminantes de vida media se encuentra el dióxido de azufre y óxido de nitrógeno, finalmente los contaminantes de vida larga generan problemas de alcance global y perduran por muchos años (Strauss, 1990).

2.2.1.6. Normas de calidad de aire

Para poder regular la concentración de los contaminantes en el aire existen normas nacionales e internacionales, dentro de ellas se encuentra los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, tiene un referente obligatorio para el diseño y

la aplicación de los instrumentos de la gestión ambiental (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017), el cual se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Parámetros de los Estándares de Calidad Ambiental

PARÁMETROS	PERIODO	VALOR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200
	Anual	100
Material particulado ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50
	Anual	25
Material particulado (PM_{10})	24 horas	100
	Anual	50
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000
	8 horas	10000
Ozono (O_3)	8 horas	100
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1.5
	Anual	0.5
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150

Fuente: (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017)

2.2.2. Material particulado

García (2008), define al material particulado como una mezcla de partículas muy finas o demasiado pequeñas que están suspendidas en el aire, poseen la capacidad de penetrar por las vías respiratorias por lo que se consideran elementos peligrosos para la salud de las personas; la contaminación por material particulado se compone por elementos como sulfatos, nitratos, metales pesados, hidrocarburos poliaromáticos y carbono orgánico.

2.2.2.1. Clasificación de partículas

La clasificación de las partículas se realiza de acuerdo al tamaño que se encuentran en el aire:

2.2.2.1.1. Partículas suspendidas totales (PTS):

Se encuentran comprendidas todas las partículas suspendidas en el aire, no se tienen en consideración el tamaño de cada partícula (García, 2008).

2.2.2.1.2. Material Particulado PM_{10}

Partículas respirables, también denominado PM_{10} se clasifican aquellas partículas que poseen un diámetro menor o igual a $10 \mu\text{m}$ (García, 2008).

El material particulado PM10 o también denominado partículas gruesas, son partículas inhalables menores a 10 μm y más grandes a 2.5 μm , se encuentra considerado como partículas contaminantes que están constituidos por material sólido y líquido; se asocia a la desintegración mecánica de la materia de las partículas del ambiente, de la misma manera se encuentra constituido por sulfato de amonio, material geológico, material orgánico, nitrato de amonio, carbón elemental, elementos trazas y sales (Martínez, 2000).

Las partículas PM10 permanecen suspendidas de acuerdo a su tamaño el cual está definido por el diámetro aerodinámico y la distribución granulométrica de las partículas; algunos de los estudios epidemiológicos demuestran que la exposición a contaminantes ambientales genera asma, deterioro de la función pulmonar, irritación ocular, dolor de cabeza, también se produce daños a la vegetación, reducción de la visibilidad lluvia acida y daños a los animales (Martínez, 2000).

2.2.2.1.3. Material Particulado PM2.5

Partículas finas: también denominado PM2.5 son partículas pequeñas que tienen un diámetro menor o igual 2.5 μm (García, 2008).

El material particulado PM2.5 es aquella fracción de material respirable pequeña, se encuentra constituido por partículas de diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 μm , y son 100 veces más delgadas que el cabello humano; se origina principalmente en fuentes de carácter antropogénico como la emisión de los vehículos Diésel, partículas de polvo por las intrusiones de viento (Martínez, 2000).

Las partículas PM2.5 causan diversos efectos en la salud de las personas tales como la bronquitis, y problemas de tipo cardiovascular, generalmente este tipo de partículas provienen del tráfico urbano el cual está asociado por el creciente desarrollo del asma y alergias en la población infantil (Martínez, 2000).

En el caso del material particulado PM2.5, al tener un tamaño fino hace que sea respirable por lo que tiene la capacidad de viajar por los pulmones hasta llegar a los alveolos pulmonares e incluso en algunos casos puede llegar al torrente sanguíneo, por ello estas partículas tienen efectos más severos en la salud que las PM10, también por su tamaño pueden estar suspendidas por más tiempo en el aire y ello facilita su transporte por el viento a grandes distancias (Martínez, 2000).

2.2.2.1.4. Partículas ultrafinas

Son partículas que tienen la característica particular de poseer un diámetro menor o igual 0.1 μm (García, 2008)

2.2.2.1.5. Efectos a la exposición de material particulado

Las partículas ejercen una gran influencia en el entorno y modo de vida que parte desde la influencia del cambio climático hasta la degradación de la visibilidad del entorno, de la misma manera ejerce efectos severos en los ecosistemas y la más primordial en la salud humana (Tabla 2), también se generan efectos a niveles críticos sobre diversos receptores como ecosistemas, plantas y otros individuos (García, 2008).

Tabla 2

Efectos en la salud humana por exposición a material particulado PM10 y PM2.5

CONCENTRACIÓN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EFEECTO OBSERVADO	IMPACTO
200	Disminución de capacidad respiratoria.	Moderado
250	Aumento de enfermedades respiratorias en ancianos y niños.	Moderado
400	Afecta a toda la población.	Grave
500	Aumento de mortalidad en adulto mayor y enfermos.	Muy grave

Fuente: (García, 2008)

2.1. Hipótesis

2.1.1. Hipótesis General

La calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.

2.1.2. Hipótesis Específicas

- La calidad del aire por la emisión de material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena en relación a los umbrales AQI para PM10.

- La calidad del aire por la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica,2021, no es buena en relación a los umbrales AQI para PM 2.5.
- El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental.
- El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

2.2. Definición de términos

a) Material particulado

Es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diesel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos.

b) Calidad del aire

El índice de calidad del aire (ICA) es una cifra que proporcionan las autoridades de una zona (normalmente urbana) y que refleja las cantidades de contaminantes presentes en el aire

c) PM 2.5

Son partículas muy pequeñas, inhalables y finas que se encuentran en el aire tiene un diámetro de 2.5 micrómetros (aproximadamente 1 diezmilésimo de pulgada) o menos de diámetro. Esto es menos que el grosor de un cabello humano.

d) PM10

Partículas sólidas o líquidas inhalables compuesta principalmente por compuestos inorgánicos, que tienen diámetros de, por lo general,10 micrómetros y menores

2.3. Definición operativa de variables

La presente investigación es bivalente

Variable independiente: Material particulado

- Material particulado PM10
- Material particulado PM2.5

Variable dependiente: Calidad de aire



2.4. Operacionalización de la variable

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Variable Independiente Material particulado	Es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diesel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos.	El material particulado será evaluado mediante el Hi-vol de flujo de alto volumen para PM10 y PM2.5.	Material particulado 2.5	PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Razón
			Material particulado 10	PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Razón

metálicas y agua. Dichas partículas además producen reacciones químicas en el aire (Instituto geoambiental, 2020)

Variable Dependiente	Calidad de aire	El índice de calidad del aire es una cifra que proporcionan las autoridades de una zona y que refleja las cantidades de contaminantes presentes en el aire (Ministerio del ambiente, 2019)	Para la medición de calidad de aire se aplicará el AQI que es la metodología para determinar el índice de la calidad de aire para material particulado en suspensión PM10 y PM2.5.	Índice de calidad de aire global según el método AQI Air Quality Index para PM2.5	$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] + AQI_{min}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Intervalo
				Índice de calidad de aire global según el método AQI Air Quality Index para PM10	$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] + AQI_{min}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Según Borja S (2012), la investigación aplicada consiste en buscar, conocer, conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. Está más interesada en la aplicación inmediata sobre una problemática antes del desarrollo de un conocimiento de valor universal.

Según Tamayo (2003), la investigación de tipo aplicada es una secuencia de pasos compuestos por muchos elementos diversos. La investigación aplicada en la ingeniería, generan nuevos modos de producción de conocimientos en base a teorías ya existentes con la finalidad de contrastar una hipótesis y resolver un problema.

El presente trabajo de investigación empleó el tipo de investigación aplicada porque se buscó evaluar la calidad del aire por medio del material particulado PM10 y PM2.5.

3.2. Nivel de investigación

De acuerdo a Hernández Sampieri (2014), la investigación explicativa pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian, centrándose en explicar el por qué ocurre un fenómeno y en qué circunstancias se ve con claridad o por qué se establece una relación en dos o más variables. Los estudios explicativos determinan las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales; y no solamente se queda en descripción de fenómenos como los estudios descriptivos.

La investigación explicativa se interesa más en el por qué ocurre un fenómeno y en qué circunstancias ocurre; al formularse preguntas indaga por la razón de situaciones o acontecimientos (Salazar, 2013 pág. 22). Es por ello que para demostrar la hipótesis se empleó el nivel de investigación explicativa.

3.3. Método de Investigación

3.3.1. Método general

La obtención de nuevos conocimientos se realizó siguiendo procedimientos sistematizados y ordenados de manera puntual, la cual está avalada por el método científico, este método está formado por una serie de fases que el investigador debe seguir para la creación de nuevas ideas (Alesina, y otros, 2011, pág. 10).

Se utilizó el método científico, ya que se recopilaron datos cuidadosamente autenticados, se buscó alguna relación en común entre estos hechos, se deducio por los métodos tanto de la lógica formal como de la matemática y se sacó conclusiones que aún no se han dado, y se contrastaron con otras para verificar si estas conclusiones son correctas (Sanford, 1899).

El trabajo de investigación se empleó el método el científico, ya que ayudo a generar nuevos conocimientos asimismo nos facilitó a describir el ámbito de estudio aplicando métodos ordenados para la obtención de resultados más fiables para una buena determinación de la calidad del aire.

3.3.2. Método específico

En el presente proyecto de investigación se aplicó el método hipotético deductivo, ya que busco contrastar las hipótesis mediante la estadística inferencial (Marroquin, 2002).

3.4. Diseño de investigación

Según Hernández (2004), los estudios del diseño no experimental se realizan sin la manipulación intencionada de variables, de tal modo que se observa los fenómenos tal y como se encuentra en el entorno para posteriormente ser analizados. En un estudio experimental se observó las situaciones reales, no provocadas deliberadamente en la investigación. De acuerdo al estudio se aplicó el diseño no experimental.

$$M \quad \text{-----} \quad O_X \quad \text{---} \quad O_Y$$

Donde:

M : Muestra La construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–
Huancavelica, 2021.

O_x : Observación del material particulado (variable que influye)

O_y : Observación de la calidad del aire (variable influida)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Salazar (2013), se conoce como universo o población al conjunto de sujetos que serán motivo de estudio; también la población es la cantidad completa de elementos sobre la cual se realiza una inferencia fundamentándose en la información relativa de la muestra.

Se conceptualiza como el conjunto de elementos, cosas o seres que posee características semejantes, ya sean infinitas o finitas, por lo que puede estar determinado por familias u objetos, la cual se encuentra determinado por un espacio temporal. También es denominado al conjunto de elementos de estudio en los que el proyecto tendrá injerencia en un determinado lugar y periodo (Valderrama, 2002).

En este estudio la población fue conformada por el material particulado suspendido de PM_{2,5} y PM₁₀ en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021.

3.5.2. Muestra

Es un conjunto precisamente elegido, en la cual se somete a observación en representación del conjunto, con la finalidad de obtener resultados válidos para todo el universo (Salazar, 2013 pág. 25).

De igual manera Hernández R. (2014), nos dice que la población será igual a la muestra, en caso que la población sea menor a 50 elementos. Mientras que Ccanto (2010), señala que a poblaciones pequeñas se puede acceder sin restricciones y limitaciones, entonces se recomienda trabajar con toda la población.

En el presente proyecto de investigación, se empleó como muestra jirón Odonovan, en el cual se seleccionó 5 puntos de monitoreo del material particulado suspendido de PM2.5 y PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica 2021.

3.5.3. Muestreo

El muestreo no probabilístico no calcula el error estándar, tampoco el nivel de confianza con el que se hace la estimación. Este tipo de muestreo es muy fundamental en estudios cualitativos. En el muestreo la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador (Borja S, 2012 pág. 32).

El muestreo que se empleó en este proyecto de investigación fue el no probabilístico debido a que se obtuvo de acuerdo a nuestra conveniencia 5 puntos de monitoreo del material particulado suspendido de PM2.5 y PM10, en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica.

Figura: 1

Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire Jr. Odonovan



Fuente: Propia

3.5.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis es el elemento de interés que se analizara o estudiara en una investigación (Hernández, 2014). En la unidad de análisis se consideró la recolección de datos del material particulado de PM2.5 y PM10, en cada punto de monitoreo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se empleó en el desarrollo de la investigación, fue la observación, la cual se aplicó en cada una de las fases; mientras que los instrumentos permitieron recopilar la información a través de las fichas de trabajo de campo, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 4

Cuadro de las técnicas e instrumento de recolección de datos

Fase	Sub-fase	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Variable 1: Material particulado					
Diseño del plan monitoreo	Propósito del monitoreo	Información bibliográfica	Documental /observación	Ficha de recolección de datos	Plan de monitoreo bien elaborado
	Periodo del monitoreo Ubicación de los puntos del monitoreo Descripción del entorno Equipos a utilizar				
Metodología del monitoreo	Calibración	Protocolo de monitoreo de aire	- fichaje	- Ficha de recolección de datos	Obtención de datos de concentración de material particulado PM _{2.5} y PM ₁₀
	Ubicación del punto de monitoreo e instalación de Hi-vol				
	Identificación de los niveles del material particulado Corrección de datos				
Variable 2: Calidad de aire					
Recolección de datos de la calidad del aire		FORMULA DEL AQI (índice de calidad de aire)	simulación	Formula de aqi	Obtención de datos de niveles de calidad del aire

Fuente: Elaboración propio

3.6.1. Técnicas

La técnica es una colección de elementos de instrumentos y medios que llevan a cabo el método y aplica a una sola ciencia; a diferencia del método que es el conjunto de procedimientos y etapas en la investigación, que se aplica a más de una ciencia ,(Ferrer, 2010 pág. 1).

Al ser la técnica casi el último nivel del método científico, reúne los procedimientos. Las técnicas corresponden al último nivel del método científico y reúne los pasos a través del cual se analiza, se observa y se manipula la realidad (Ramírez , s/f pág. 42).

La técnica que se utilizó en la presente investigación fue:

- **Observación**

La observación es un método de recolección de datos que se ajusta a un sistema, válido y confiable de situaciones observables y comportamientos, por medio de un conjunto de subcategorías y categorías (Hernández Sampieri, 2014).

La observación es una técnica por medio del cual el hombre explora su entorno para luego plantear de manera adecuada la problemática a estudiar, prosiguiendo con una formulación de la investigación, incorporando programas, herramientas, y técnicas a utilizar (Muñoz, 2015).

Se empleó la técnica de la observación para el análisis de los puntos de monitoreo del material particulado.

- **Documental**

Según Muñoz,(2015),la técnica del análisis documental emplea fuentes de información a través de recolección de datos escritos, guardada o recogida; recurriendo a tipos de documentos como: libros, periódicos, materiales grabados, imágenes, información estadística entre otras.

En el estudio de investigación se empleó la técnica del análisis documental, porque se realizó la recolección de datos sobre la calidad del aire y el conocimiento del material particulado la construcción de pistas y veredas deljirón Odonovan–Huancavelica.

- **Fichaje**

Los investigadores utilizan el fichaje para almacenar y recolectar información a través del uso de una ficha, donde la ficha comprende una serie de datos, variable y extensión, referente a un mismo tema, de tal manera que confiere valor propio y unidad (Tenorio, 1998).

3.6.2. Instrumentos

En el estudio de investigación se empleó los siguientes instrumentos:

- **Ficha de recolección de información**

Las fichas son instrumentos donde se plasma información escrito relevante que se encuentra en las fases sucesivas de búsqueda de datos procesados que se necesitará en cualquier momento. Las fichas ayudan a organizar la información de manera fácil y concatenado del estudio, para luego encontrarlo fácilmente cuando se requiere (Castro de Reyes, 2015).

Conforme a Green Group Perú (2017), el muestreador Hi-Vol registra material particulado PM10 de alto volumen para mediciones ambientales, con aprobación de referencia método EPA. Control por flujo másico para muestreos a 1.13 m³/min, entrada para partículas PM10, cubierta en aluminio anodizado, porta filtro en acero inoxidable de 8"x10".

En el presente trabajo de investigación se empleó la ficha de datos para el registro del material particulado, donde se registró la presión atmosférica, la temperatura ambiental, concentración PM10, presión manométrica final y promedio, el flujo, Q_{real} (m³/min), Q_{std} (m³/min), el peso inicial y peso final del filtro. Se elaboró una ficha de recolección de datos, se encuentra en el anexo 2.

- **Ficha de campo/ Hivol**

Conforme a Green Group Perú (2017), el muestreador Hi-Vol registra material particulado PM10 de alto volumen para mediciones ambientales, con aprobación de referencia método EPA. Control por flujo másico para muestreos a 1.13 m³/min, entrada para partículas PM10, cubierta en aluminio anodizado, porta filtro en acero inoxidable de 8"x10".

3.6.2.1. Validez del instrumento

La validez es una cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que

pretenden medir; la validez del instrumento del estudio fue realizada a través del análisis, evaluación y calificación de 03 expertos con la finalidad de validar los instrumentos mediante juicio de expertos.

Tabla 5

Validación de instrumentos

Especialistas	Profesión	Nº CIP	Promedio de validez
Ing. Davila Vargas, Jenifer	Ing. Ambiental y Sanitario	234345	85%
Ing. Zuñiga Espinoza, Flavio	Ing. Ambiental y Sanitario	230568	90%
Ing. Saens Huaman Wilfredo	Ing. Zootecnista	104628	80%
Promedio total de validación			85%

Fuente: Elaboración propio

3.7. Procedimiento

En la presente tesis se aplicó los siguientes procedimientos:

- **Fase 1: Determinación del número de estaciones**

Según Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM (2019), la determinación del número de estaciones para una red de monitoreo, depende del número de habitantes donde se realiza el estudio. En el lugar de estudio en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, por lo que se considerara 5 puntos de monitoreo.

Número mínimo de estaciones de monitoreo de calidad de aire, según el criterio poblacional, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Número mínimo de estaciones

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

Fuente: Directiva 2008/50/CE de la comunidad europea.

- **Fase 2: Determinación de los parámetros a monitorear**

En el presente trabajo de investigación se determinó los parámetros a monitorear según las fuentes vinculadas.

Parámetros a priorizar en función a las fuentes vinculadas, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7

Determinación de los parámetros a monitorear

Fuentes vinculadas	Parámetros a priorizar	Referencias bibliográficas
Parque automotor, vías pavimentadas y zonas urbanas	PM ₁₀ , PM _{2.5} ,SO ₂ , NO ₂ ,CO , C ₃ H ₅ y O ₃ (ozono debido a la emisión de precursores)	• EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 (I.A.3.b.iv Road transport 2018). AP 42, chapter 13.2 1: Paved Roads .

Fuente: Ministerio del ambiente

- **Fase 3: Instalación del Hivol**

Antes de la medición se identificó la cantidad y ubicación de puntos de monitoreo.

Para la instalación de la estación del monitoreo, se buscó lugares despejados que por lo menos 10 metros alrededor del equipo de monitoreo no se encontrara árboles, ni edificios, tampoco se instaló en la parte lateral de un edificio porque evita el paso del material particulado.

Se verifico la existencia de alguna fuente industrial, carreteras con alto tráfico vehicular o doméstica esto debido a que el material particulado podría irse por otro lado y no serían suficientemente captadas, por tal razón se instalará la estación a una distancia de 20 metros.

La medición mínima para ambos parámetros de PM_{2.5} y PM₁₀ es de 24 horas, con 5 muestras diarias contiguas o una muestra diaria cada 6 días durante un mes. Para la implementación de los filtros se tendrá que verificar la presencia de imperfecciones. Se asignó un orden de identificación a los filtros y se estableció un registro de información del filtro.

Se equilibrará los filtros a las condiciones ambientales al menos durante 24 horas en el cuarto de pesaje. Una vez equilibrada el filtro se pesará y se registrará el peso de pre-muestreo con el número de identificación del filtro. Se encenderá el muestreador para establecer las condiciones de temperatura de arranque. Luego se tomará la lectura del indicador de flujo. Se determinará el flujo del muestreador (m^3 /min local) dependiendo de las instrucciones del catálogo.

- **Fase 4: Calibración del Hivol**

El equipo muestreador de alto volumen está provisto de un dispositivo de control de flujo, cuya acción sobre el circuito eléctrico conectado al motor regula su velocidad y, por lo tanto, su capacidad de succión.

La calibración se basará en la colocación del dispositivo de control de flujo que absorbe el aire en el rango que se desea entre 1.1 a 1.7 m^3 /min (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008).

El equipo debe ser calibrado en los siguientes acontecimientos:

- Una vez sea instalado.
- Después de cambio de motor.
- Después de cambio de escobillas.
- Cuando se cambia el sitio de muestreo.
- Periódicamente, por lo menos cada tres meses.
- Después de 360 horas de monitoreo.

Según la Agencia de Protección Ambiental (2017), la calibración del equipo depende del tipo: si es volumétrico o másico. Los procedimientos de calibración y los respectivos formatos se desarrollaron de acuerdo al documento de referencia Quality Assurance Handbook Vol II, Part II de la US EPA.

Los procedimientos de la calibración para los equipos se realizó de la siguiente manera:

- Se registro el formato de calibración en el lugar de estudio; el formato registró, el lugar de calibración, el nombre del responsable y la identificación de los quipos.

- Se registro la temperatura ambiental promedio, cerca del equipo muestreador.
- Se registro la presión barométrica promedio del sitio de calibración.
- Se instalo un filtro limpio y se manejó el equipo por 5 minutos con el fin de estabilizar el equilibrio térmico antes de calibrar el equipo.
- Se retiro el filtro y se apagó el equipo.
- Desconecto el motor del controlador de flujo y otra vez conectamos a una fuente de energía
- Se colocó el kit de calibración
- Se encendió otra vez el equipo, verificando que no tenga alguna fuga en el sistema. Para evitar la fuga se tapó en su totalidad la entrada de aire al calibrador, luego se conectó el manómetro a la salida del motor.
- Con la ayuda del manómetro se comprobó que no había fugas en el equipo.
- Se apago el equipo y se conectó el manómetro diferencial con un rango de 0 a 8 in de agua a la toma de presión del kit de calibración.
- Conecte el manómetro diferencial con rango de 0 – 18 in de agua a la derivación de presión que se encuentra en la parte inferior de la carcasa del motor.
- Se inserto el plato número 1, y se encendió el equipo, dejando operar entre 3 y 5 minutos con el fin de restablecer el equilibrio térmico.
- Se registrará y verificará la caída de presión a través del orificio estándar de transferencia (ΔH) en in de agua, al igual que la deflexión en el manómetro del muestreador (ΔP) en in de agua.
- Para la diferencia de platos se tendrá que repetir los dos pasos anteriores.
- Se apagará el equipo y se retiró el kit de calibración, conectando otra vez el motor al controlador de flujo.
- Para el cálculo de la rata de flujo en condiciones reales por medio del calibrador en cada punto se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_a(\text{orificio}) = [[\Delta H(T_a/P_a)]^{0.5} - b]/m \quad (1)$$

Donde:

$Q_a(\text{orificio})$ = Caudal real a través del calibrador (m^3/min).

ΔH = Caída de presión a través del calibrador (mm o in de agua), si está expresada en mm se convierte ca in dividiendo por 2.54. Pa = Presión barométrica (mm Hg).

T_a = Temperatura ambiente

$(k) \times m$ = Pendiente de la relación de calibración del orificio.

b = Intercepto de la relación de calibración del orificio. (m y b son a condiciones reales para el caso de PM_{10} , para PST son a condiciones estándar).

- **Fase 5: Análisis de Laboratorio por Gravimetría**

En el Manual Activo el tiempo de medición es de un mes, esto debido a que no tiene una bomba que aspira automáticamente la cantidad o el caudal de aire necesario para que pueda reaccionar este reactor; el manual activo cuenta con una bomba gravimétrica que aspira el aire o gases para luego ser almacenados en un muestreador, después es llevado al laboratorio para verificar el peso inicial y el peso final del material particulado (Ministerio del ambiente, 2019).

Las actividades que se realizarán en el laboratorio, ya que nos facilitara la obtención de concentraciones de contaminantes monitoreados.

Las técnicas de laboratorio se empezarán con el manejo de filtros y la inspección visual del filtro, verificando defectos como agujeros pequeños, material sobrepuesto, decoloración, filtro no uniforme o cualquier imperfección.

Antes de ser pesados los filtros, se someterán a un proceso de acondicionamiento por lo menos por 24 horas, esto se realizará en una cámara de equilibrio con un ambiente regulado.

- El valor medio constante de la humedad relativa debe encontrarse entre 20 y 45%, con variabilidad de $5\% \pm$, se trabajó con una humedad de 30%; la temperatura debe tener un promedio entre 15 y 30 °C, con una variabilidad de no más de ± 3 °C, se trabajó con 20 de Temperatura.

- La temperatura y humedad relativa debe ser registrada y verificada para asegurar la conformidad de los valores; se registraron en el formato del laboratorio observaciones del mal funcionamiento.
- Se utilizará la balanza analítica para pesar los filtros con una resolución mínima de 0.1 mg y con una precisión de 0.5 mg.
- El siguiente paso será la determinación de la masa inicial de los filtros:
- Se verificará el formato de registro de laboratorio donde especifica si se encuentra calibrada y mantenida de acuerdo al fabricante; en caso no se encuentre calibrada se puede indicar en la bitácora, para que los responsables del laboratorio realicen la operación de acuerdo al fabricante.
- Se realizará el chequeo de control de calidad usando las masas estándar en la balanza analítica.
- Los filtros se pesaron fuera del compartimiento acondicionado, evitando alteraciones ambientales y para luego ser pesado no más que 30 segundos. Se pesó el filtro siguiendo las indicaciones, verificando que las lecturas sean estables.
- Se asegurará que la lectura esté en 0, para luego cargar y descargar con cuidado los filtros de la balanza; se evitó chocar las esquinas del filtro en la balanza analítica porque el filtro podría dañarse.
- Luego se colocará el filtro pre-pesado, en una bolsa hermética permitiendo ver el rotulado del filtro.
- Se chequeará el control de calidad de los pesos.

Se realizará el control de calidad del laboratorio conteniendo los siguientes procesos:

- Se verificará el peso estándar
- Se verificará de cero y calibración
- Se verificará los pesos del filtro y el total
- Se registrará control de calidad

La recepción de las muestras provenientes de campo tendrá los siguientes procedimientos:

- Se revisará el formato de campo.
- Se examinará si el etiquetado del filtro tenía la misma información en el formato de registro de los datos de laboratorio.
- Se removerá el filtro de la bolsa hermética y examinamos el interior de la bolsa hermética.
- Se colocará los filtros sin imperfección en nuevas bolsas herméticas y se enviará al laboratorio para el respectivo proceso de análisis y pesaje.

Los procedimientos a seguir para el pesaje final de los filtros que superaron el control de calidad serán los siguientes:

- Se efectuará los pasos de acontecimiento del filtro.
 - Se repetirá el mismo proceso de pesaje inicial del filtro.
 - Registraremos el peso total en el formato de datos de laboratorio,
 - Realizaremos el control de calidad interno del laboratorio.
 - Se colocará el filtro dentro de una bolsa hermética y se guardó.
- **Fase 6: Determinación de PM10 y PM2.5**

Para la determinación de datos del PM10 y PM2.5 se realizará los siguientes pasos:

- Se realizará un mapa de puntos de monitoreo
- Se coordinará con 10 viviendas para la instalación del Hi-Vol
- Se instalará y programo el Hi-Vol para la aspiración de material particulado en un periodo de 24 horas.
- Se colocará el filtro en el porta filtro y aseguro todas las llaves del Hi-Vol.
- Se medirá el flujo real con el que trabaja el Hi-Vol, con el disco y con la regleta teniendo en consideración la presión atmosférica de la ciudad de Huancavelica.

- Después de las 24 horas de recopilación de material particulado se pasará a registrar el flujo real para luego apagar el equipo.
 - La muestra del filtro se llevará al laboratorio para ser pesado.
 - Se determinará el PM10 y PM2.5 mediante el pesado inicial, pesado final y el flujo con el que se trabajó.
- **Fase 7: Determinación de la calidad del aire para PM10, PM2.5 e ICA global**

Para la determinación de la calidad de aire para material particulado PM10, PM2.5 e ICA global se efectuará mediante una fórmula de ICA-AQI el cual se detalla a continuación.

ICA para PM2.5 y PM10

Se determinará el estado de la calidad del aire a partir del registro del material particulado de PM2.5 y PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ proveniente de la estación del monitoreo de la calidad del aire, con la siguiente ecuación:

$$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] + AQI_{min}$$

Donde:

PM_{obs} = Concentración promedio observada en 24 horas (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM_{max} = Concentración máxima en la categoría AQI que contiene la lectura PM_{obs}

PM_{min} = Concentración mínima en la categoría AQI que contiene la lectura PM_{obs}

AQI_{max} = Valor AQI máximo para la categoría AQI que contiene la lectura PM_{obs}

AQI_{min} = Valor AQI mínimo para la categoría AQI que contiene la lectura PM_{obs}

Al obtener la concentración del contaminante del material particulado de PM2.5 y PM10 en el monitoreo, se identificará los datos de la ecuación en la siguiente tabla de puntos de cortes por contaminante para el cálculo del ICA para después obtener la calidad del aire, el color y la categoría (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018).

Tabla 8

Puntos de corte de Índice de Calidad del Aire-ICA

Índice de la calidad del aire			Puntos de Corte del ICA						
ICA	COLOR	CATEGORÍA	PM10 ug/m ³ 24 horas	PM2.5 ug/m ³ 24 horas	CO ug/m ³ 8 horas	SO ₂ ug/m ³ 1 horas	NO ₂ ug/m ³ 1 horas	O ₃ ug/m ³ 1 horas	O ₃ ⁽¹⁾ ug/m ³ 1 horas
0-50	Verde	Buena	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	-
50-100	Amarillo	Aceptable	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138	-
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
151-200	Rojo	Dañina a la salud	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-297	324-401
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
301-500	Marrón	Peligrosa	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ⁽²⁾	795-1185

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

AQI global logarítmica

Se utilizará la fórmula concentración promedio con anterioridad para cada contaminante siendo la siguiente:

$$I = \left(\sum_i^n (AQI_i)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (3)$$

$\sum_i^n (AQI_i)$ = Sumatoria de los parámetros

ρ = Densidad poblacional

I = Índice de Calidad

Con el resultado obtenido se identificará los valores del AQI, la categoría descriptiva del AQI y el color del AQI, como se detalla en las 3 tablas siguientes.

La escala de colores es clave para la comunicación.

- Escala numérica de 0 a 500.
- Indicador de la calidad del aire y sus efectos sobre la salud.
- 101 representa el nivel que infringe la norma sanitaria federal (con la excepción del PM_{2.5}).

Tabla 9*Valores de la Calidad del aire*

Valores AQI	Categoría Descriptiva del AQI	Color AQI
0-50	Buena	Verde
51-100	Moderada	Amarillo
101-150	Insalubre para personas sensibles	Anaranjado
151-200	Insalubre	Rojo
201-300	Muy Insalubre	Morado
301-500	Peligrosa	Marrón

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

Tabla 10*Umbrales del AQI para el PM2.5*

Categoría Descriptiva	Número AQI	Promedio para 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Buena	0-50	0-15.4
Moderada	51-100	15.5-40.4
Insalubre para Personas Sensibles	101-150	40.5-65.4
Insalubre	151-200	65.5-150.4
Muy Insalubre	201-300	150.5-250.4
Peligrosa	301-500	250.5-500.4

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

Tabla 11*Umbrales del AQI para el PM10*

Categoría Descriptiva	Número AQI	Promedio para 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Buena	0-50	0-54
Moderada	51-100	55-154
Insalubre para Personas Sensibles	101-150	155-254
Insalubre	151-200	255-354
Muy Insalubre	201-300	355-424
Peligrosa	301-500	425-604

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se procesaron los datos mediante el Software SPSS ver 23, asimismo mediante este software se realizó el análisis inferencial para aceptarlo o rechazar la hipótesis planteada por los investigadores de este estudio.

3.9. Aspectos éticos

El informe se ejecutó con la total transparencia y honestidad debido a que se basó en los lineamientos del código de ética de la Universidad Nacional de Huancavelica dado que toda la información adquirida en este estudio de investigación se utilizó para fines académicos y para poder implementar esta tecnología artificial a nivel de laboratorio para el beneficio de las familias del lugar de la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan– Huancavelica, así mismo la información plasmada y recopilada en este trabajo de investigación fueron de fuentes bibliográficas confiables cada una citada en cada párrafo, por otro lado el trabajo de tesis será sometido al software Turniting para constatar el porcentaje de plagio o similitud

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

Presentamos los resultados del proyecto en base a la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se objetivizan mediante cuadros estadísticos, gráficos y testimonios de acuerdo a las hipótesis de trabajo y su relación con cada una de las manifestaciones de la variable independiente.

4.1.1. Presentación de resultado del objetivo General Evaluar la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas.

Tabla 12

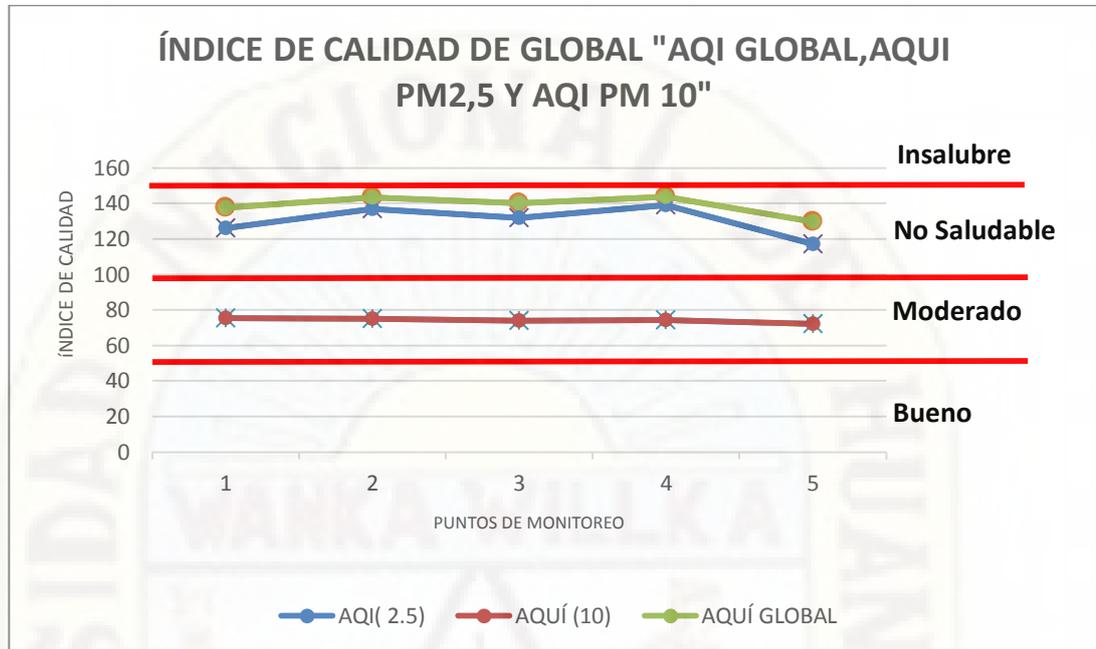
Índice de calidad de aire global

AQI GLOBAL PM2.5	AQI GLOBAL PM10	AQI GLOBAL	Nivel de contaminación de aire	Implicaciones para la salud	Precaución (para PM2.5)
126	76	137.8	No saludable para grupos sensibles	En esta categorización el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado.	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, como asma, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
137	75	143.58			
132	74	139.99			
139	74	143.83			
117	72	129.87			

En la tabla 12 se muestra que; la calidad de aire en el Jr.Odonovan, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que pertenece a una escala No saludable para grupos sensibles, ya que el índice calculado posee valores de 129 a 143, lo que indica que el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado, pero de manera general que el nivel de contaminación de aire es insalubre.

Figura 1

Incidencia de calidad global "AQI global, AQI PM10 y AQI2.5"



Elaboración Propia.

En la figura 1 se observa que; la calidad del aire en la Jr. Odonovan, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que el AQI global pertenece a una escala no saludable para grupos sensibles, lo cual indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, donde los más propensos entre niños y adultos pueden hasta presentar problemas de salud muy graves, donde las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre.

4.1.2. Presentación de resultados del objetivo Específico 1 Emisión de material particulado PM 10 en la construcción de pistas y veredas.

Tabla 13

Concentración del PM10 e índice de calidad de aire para material particulado PM 2.5

Concentración de PM 10	AQUI	Escala	Nivel de contaminación de aire	Implicaciones para la salud	Precaución (para PM 2.5)
------------------------	------	--------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------

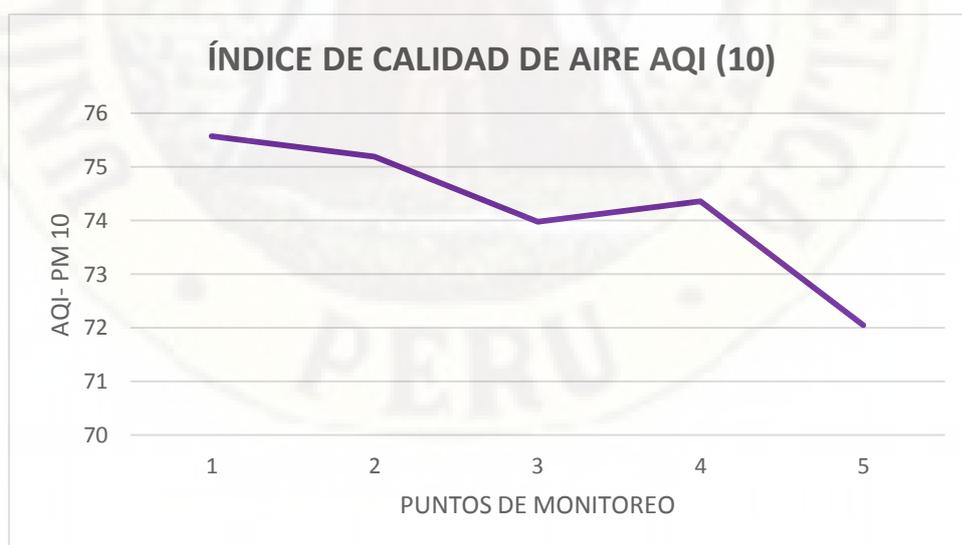
104.64	76	51-100	Moderado	El índice de calidad de aire en la escala moderado indica que el aire que respira la comunidad de Jr.Odonovan tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría ser dañino quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire	Las personas más susceptibles vienen a ser niños y adultos mayores con patologías respiratorias, por lo que se requiere tomar precauciones y no exponerse constantemente al aire libre
103.88	75	51-100	Moderado		
101.41	74	51-100	Moderado		
102.17	74	51-100	Moderado		
97.5	72	51-100	Moderado		

Elaboración Propia.

En la tabla 13 se pudo observar que; el nivel de contaminación de aire en la Jr.Odonovan, por la emanación de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, es de escala moderada, ya que el índice calculado posee valores de 72 a 76, lo cual se encuentra dentro del rango de (51-100); lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Jr.Odonovan es Maderable .

Figura 2

Índice de calidad de aire para material particulado de PM10



Elaboración Propia.

En la figura 2 se pudo observar que; La calidad de aire en la Jr.Odonovan, por la emanación de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, es de

escala moderada, lo cual indica que el aire que respira el Jr.Odonovan es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que transitan en dicha comunidad podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire, donde las personas más susceptibles vienen a ser niños y adultos mayores con patologías respiratorias, por lo que se requiere tomar precauciones y no exponerse constantemente al aire libre.

4.1.3. Presentación de resultados del objetivo Específico 2 Emisión del PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas.

Tabla 14

Concentración del PM 2.5 e índice de calidad de aire para material particulado PM 2.5

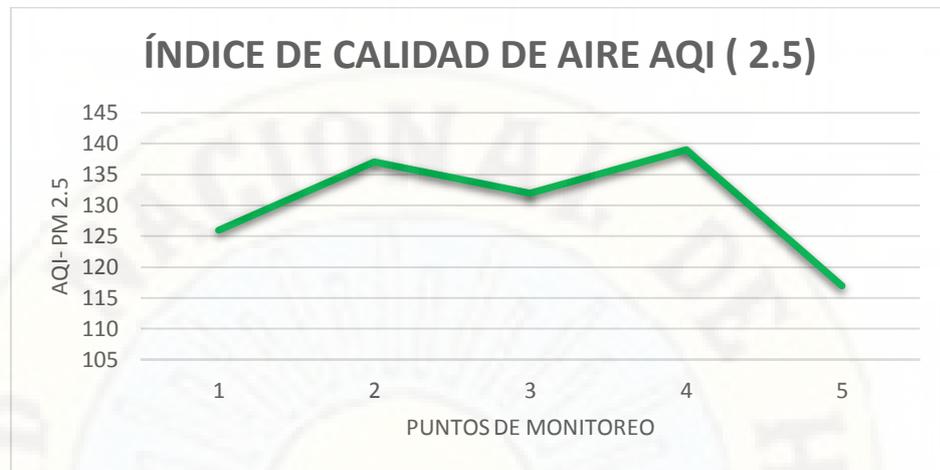
Concentración de PM 2.5	AQI	Escala	Nivel de contaminación del aire	Implicaciones para la salud	Declaración de precaución (para PM2.5)
53.42	126	101-150			
59.25	137	101-150			
56.9	132	101-150	No saludable para grupos sensibles	En esta categorización el ser humano susceptible puede llegar a experimentar problemas de salud mientras que el grupo humano en general no se ve afectado.	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, como asma, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
60.27	139	101-150			
49.07	117	101-150			

Elaboración Propia.

En la tabla 14, el nivel de contaminación de aire en la Jr.Odonovan, por la emanación de PM 2.5 en Huancavelica – 2021, es de escala No saludable para grupos sensibles, ya que el índice calculado posee valores de 117a 139, lo cual se encuentra dentro del rango de (101-150), lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, donde la población en riesgo son niños y adultos.

Figura 3

Comparación de la concentración de PM 2.5 con la ECA, para material particulado



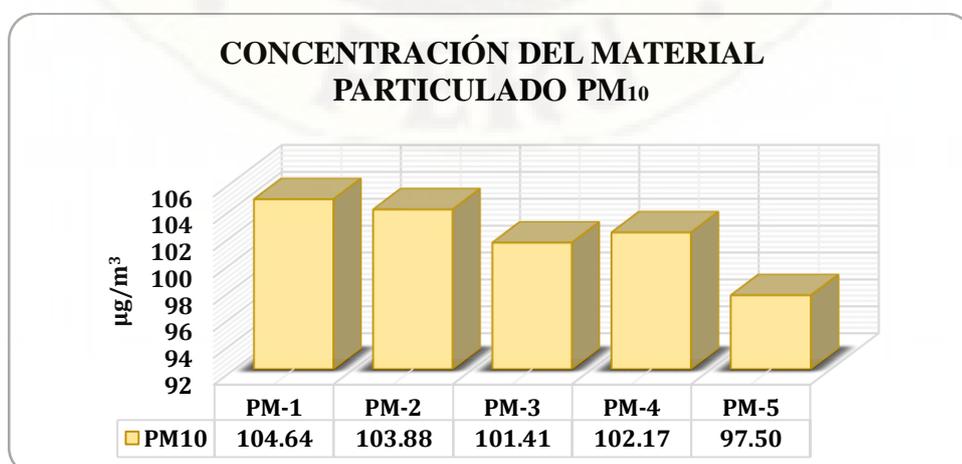
Elaboración Propia.

En la figura 3 se pudo observar que; La calidad del aire en la Jr.Odonovan, por la emisión de PM 2.5 en Huancavelica – 2021, es de escala No saludable para grupos sensibles, lo cual indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud, done los más propensos entre niños y adultos puedes hasta presentar problemas de salud muy graves, donde las personas sensibles con problemas respiratorios deben de evitar estar expuestos en tiempos prolongados al aire libre.

4.1.3. Presentación de resultados del objetivo Específico 3 Determinación del índice de calidad de aire del PM 10

Figura 4

Concentración de material particulado PM10



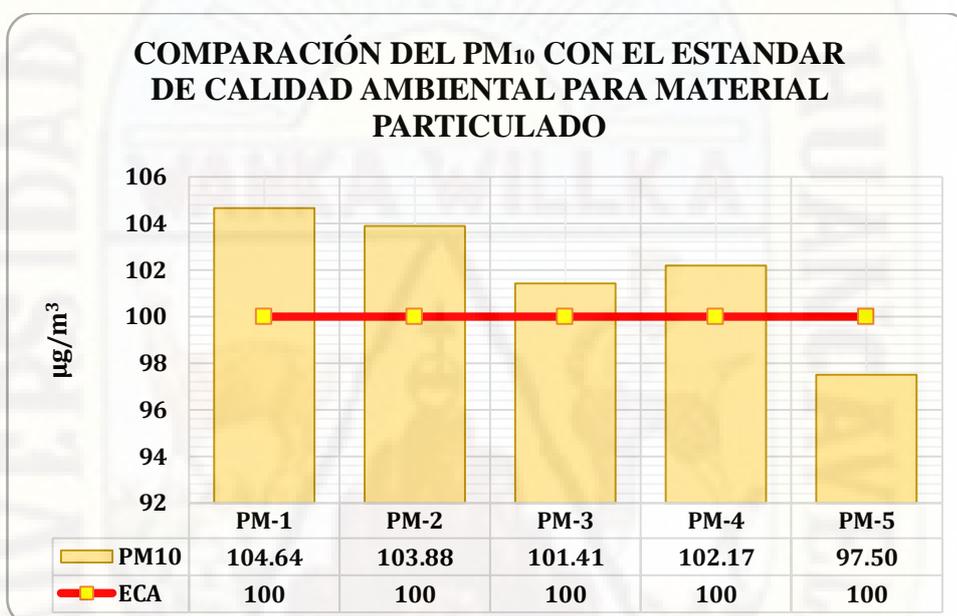
Elaboración Propia.

En la figura N° 04, se muestra concentraciones del PM10, donde se percibe que el número de puntos de monitoreo es de 5, la concentración mínima es de 97.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el punto de monitoreo N°5, la máxima de 104.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el punto de monitoreo N° 1.

4.1.2.1. Concentración del PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental.

Figura 5

Comparación de la concentración de PM10 con la ECA, para material particulado



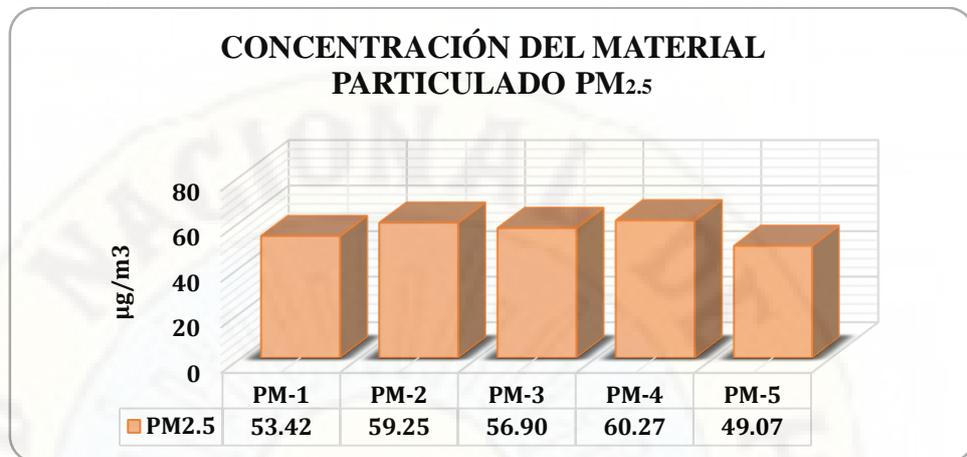
Elaboración Propia.

En la figura N° 05, se muestra que el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del PM10 en el Jr. Odonovan, Huancavelica-2021, supera la normativa de calidad ambiental, puesto que en los 4 primeros puntos de monitoreo supera el ECA aire para material particulado, el cual indica un valor límite de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sin incluir al punto de monitoreo N°05 que posee una concentración de 97.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado.

4.1.4. Presentación de resultados del objetivo Específico 4 Determinación del índice de calidad de aire del PM 2.5

Figura 6

Concentración de material particulado PM2.5



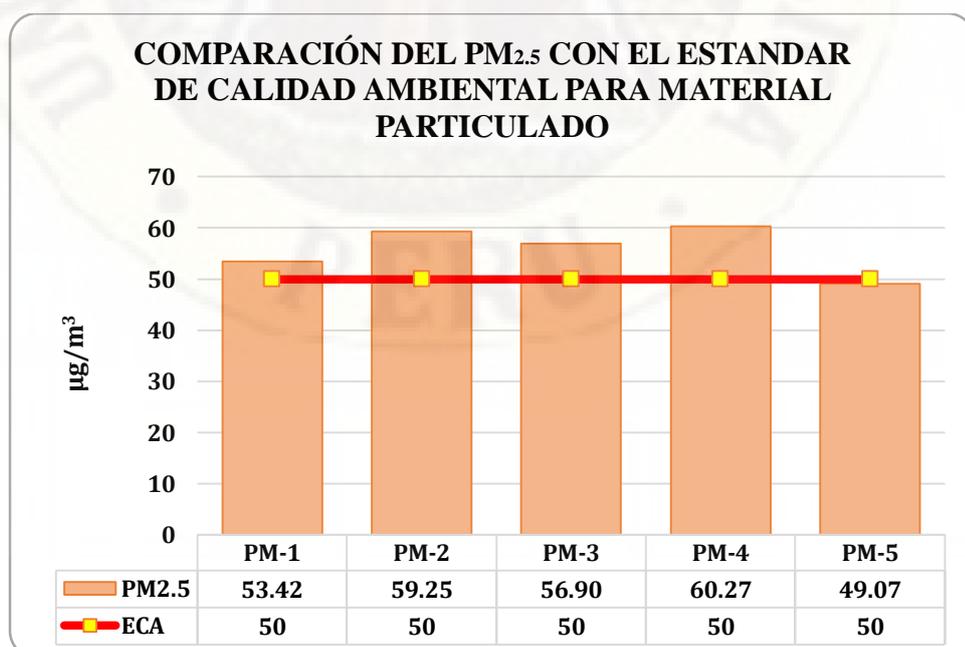
Elaboración Propia.

En la figura N° 06, se muestra concentraciones del PM2.5, donde se percibe que el número de puntos de monitoreo es de 5, la concentración mínima es de 49.07 µg/m³ en el punto de monitoreo N°5, la máxima de 60.27 µg/m³ para el punto de monitoreo N° 4

4.1.4.1. Concentración del PM 2.5 en relación a los estándares de calidad ambiental.

Figura 7

Comparación de la concentración de PM2.5 con la ECA, para material particulado



Elaboración Propia.

En la figura N° 07, se muestra que el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del PM 2.5 en el Jr.Odonovan , Huancavelica-2021, supera la normativa de calidad ambiental ,puesto que en los 4 primeros puntos de monitoreo supera el ECA aire para material particulado el cual indica una valor limite de 50 ug/m3,sin incluir al punto de monitoreo N°5 que posee una concentración de 49.07 ug/m3 lo cual es inferior en 0.93ug/m3 al ECA, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM 2.5 supera los ECA de calidad de aire del material particulado.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Prueba de hipótesis para el objetivo general

a) Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Alterna (Ha): La calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.

$$\mathbf{Ha: u > 50 \mu g/m^3.}$$

Hipótesis Nula (H0): La calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, si es buena.

$$\mathbf{Ho: u < 50 \mu g/m3.}$$

b) Nivel de significancia o riesgo:

El presente proyecto de investigación trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, $1 - \alpha = 0.95$.

✓ Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 15*Prueba de T de Student para la concentración de AQI Global.*Prueba de $\mu = 50$ vs. > 50

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	139,01	5,70	2,55	133,58	34,90	0,000

Utilizamos el valor P:Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0,000$	$<$	$\alpha = 0,05$

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica, no es buena.

Tabla 16*Datos para la prueba de T de Student para la concentración de AQI Global.*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (\bar{x})	139,01
Valor hipotético (μ)	50
Muestra (n)	5
Desviación estándar (S)	5,70
T de tabla (valor crítico)	2.132
T de Student calculado	34.90

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

- \bar{x} = Media
- μ = Valor hipotético
- S = Desviación estándar
- n = Muestra

Figura 8

Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración AQI Global.



c) Decisión Estadística

El valor de $T_c = 34,90$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t(0.05, 5-1)> = <-\infty, 2,132>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis H_a la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica, no es buena, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

d) Conclusión Estadística

Se concluye que el valor de T de Student calculado recae dentro de la región crítica la cual hace que se acepte la Hipótesis H_a y se rechace la hipótesis Nula en la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica – 2021, con un 95 % de confianza y con un nivel de significancias de 0.05.

4.2.2. Prueba de hipótesis para el objetivo específico 1

a) Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Alterna (Ha): La calidad del aire por la emisión de material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.

$$\mathbf{Ha: u > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3.}$$

Hipótesis Nula (H0): La calidad del aire por la emisión de material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, si es buena.

$$\mathbf{Ho: u < 50 \mu\text{g}/\text{m}^3.}$$

b) Nivel de significancia o riesgo:

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, $1 - \alpha = 0.95$.

✓ Estadístico de prueba

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 17

Prueba de T de Student para la concentración de AQI10.

Prueba de $\mu = 50$ vs. > 50

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	74,224	1,378	0,616	72,910	-41,83	1,000

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 1,000	>	$\alpha = 0,05$

Como el P – Valor es mayor que el nivel de significancia ($1,000 > 0,05$), aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; el índice de la concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado AQI 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica 2021, no supera los estándares de calidad ambiental.

Tabla 18

Datos para la prueba de TStudent para la concentración de AQI10

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	74,224
Valor hipotético (μ)	100
Muestra (n)	5
Desviación estándar (S)	1,378
T de tabla (valor crítico)	2.132
T de Student calculado	-41.83

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

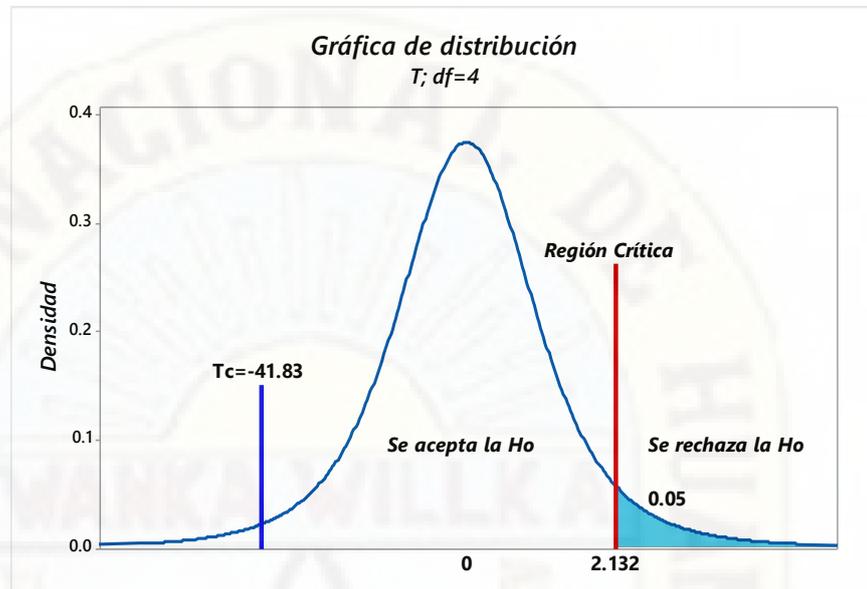
μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 9

Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración AQI10.



a) Decisión Estadística

El valor de $T_c = -41,83$ cae fuera de la región crítica ($RC = <-\infty, t(0.05, 5-1)> = <-\infty, 2,132>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y acepto la Hipótesis H_0 el índice de la concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado AQI 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica 2021, no supera los estándares de calidad ambiental, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

b) Conclusión Estadística

Se concluye que el valor de T de Student calculado recae fuera de la región crítica la cual hace que se acepte la Hipótesis Nula y se rechace la hipótesis Alterna. La calidad del aire por la emisión de material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, si es buena. El cual menciona que no supera los estándares de calidad ambiental, con un 95 % de confianza y con un nivel de significancias de 0.05.

4.2.3. Prueba de hipótesis para el objetivo específico 2

a) Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Alterna (Ha): La calidad del aire por la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.

$$H_a: \mu > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

Hipótesis Nula (H0): La calidad del aire por la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, es buena.

$$H_0: \mu \leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

b) Nivel de significancia o riesgo:

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, $1 - \alpha = 0.95$.

✓ Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 19

Prueba de T de Student para la concentración de AQI2.5.

Prueba de $\mu = 50$ vs. > 50						
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	130,27	9,02	4,03	121,67	19,90	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	$\alpha = 0,05$

Como el P – Valor es menor que el nivel de significancia ($0,000 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; el índice de la concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado AQI 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

Tabla 20

Datos para la prueba de T de Student para la concentración de AQI2.5

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	130,27
Valor hipotético (μ)	50
Muestra (n)	5
Desviación estándar (S)	9,02
T de tabla (valor crítico)	2.132
T de Student calculado	19.90

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - u}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 10

Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración AQI2.5.



a) Decisión Estadística

El valor de $T_c = 19,90$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t(0.05, 5-1)> = <-\infty, 2,132>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis H_a el índice de la concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado AQI 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

b) Conclusión Estadística

Se concluye que el valor de T de Student calculado recae dentro de la región de la región crítica la cual hace que se rechace la Hipótesis Nula y se acepte la hipótesis Alternativa. La calidad del aire por la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica, 2021, no es buena. Lo cual hace que supere los estándares de calidad ambiental, con un 95 % de confianza y con un nivel de significancias de 0.05.

4.2.4. Prueba de hipótesis para el objetivo específico 3

a) Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Alterna (Ha): El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del PM 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

$$\mathbf{H_a: u > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3.}$$

Hipótesis Nula (H0): El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del PM 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021, no supera los estándares de calidad ambiental.

$$\mathbf{H_o: u < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3.}$$

b) Nivel de significancia o riesgo:

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, $1 - \alpha = 0.95$.

✓ Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 21

Prueba de T de Student para la concentración de PM10.

Prueba de $\mu = 100$ vs. > 100

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	101,92	2,79	1,25	99,26	2,54	0,009

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,009	<	$\alpha = 0,05$

Como el P – Valor es menor que el nivel de significancia ($0,009 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica, no es buena.

Tabla 22

Datos para la prueba de T de Student para la concentración de PM10.

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	101.92
Valor hipotético (μ)	100
Muestra (n)	5
Desviación estándar (S)	2.79
T de tabla (valor crítico)	2.132
T de Student calculado	2.54

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 11

Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración PM10.



c) Decisión Estadística

El valor de $T_c = 2.54$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t(0.05, 5-1)> = <-\infty, 2,132>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis H_a . El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental, por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

d) Conclusión Estadística

Se concluye que el valor de T de Student calculado recae dentro de la región de la región crítica la cual hace que se rechace la Hipótesis Nula y se acepte la hipótesis Alternativa. El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental supera los estándares de calidad ambiental, con un 95 % de confianza y con un nivel de significancias de 0.05.

4.2.5. Prueba de hipótesis para el objetivo específico 4

a) Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Alterna (Ha): El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

$$\text{Ha: } u > 50 \mu\text{g/m}^3.$$

Hipótesis Nula (H0): El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, no supera los estándares de calidad ambiental.

$$\text{Ho: } u < 50 \mu\text{g/m}^3.$$

b) Nivel de significancia:

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

$\alpha = 0.05$, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, $1 - \alpha = 0.95$.

✓ Estadístico de prueba.

Se utilizó la prueba de T de Student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 23

Prueba de T de Student para la concentración de PM2.5.

Prueba de $\mu = 50$ vs. > 50						
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	55,78	4,58	2,05	51,41	2,82	0,024

Utilizamos el valor P:

Si, $P - \text{Valor} \geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_0 .**

Si, $P - \text{Valor} < \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_0 .**

✓ **Regla de decisión**

PRUEBA DE T		
$P - \text{Valor} = 0,024$	$<$	$\alpha = 0,05$

Como el $P - \text{Valor}$ es menor que el nivel de significancia ($0,024 < 0,05$), aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica, no es buena.

Tabla 24

Datos para la prueba de T de Student para la concentración de PM2.5.

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	55.78
Valor hipotético (μ)	50
Muestra (n)	5
Desviación estándar (S)	4.58
T de tabla (valor crítico)	2.132
T de Student calculado	2.82

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 12

Campana de gauss para la prueba de hipótesis de concentración PM2.5.



e) Decisión Estadística

El valor de $T_c = 2.82$ cae dentro de la región crítica ($RC = <-\infty, t(0.05, 5-1)> = <-\infty, 2,132>$), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis H_a , El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental. por el cual se valida el estudio de la variable con un grado de significancia estadística de 0.05.

f) Conclusión Estadística

Se concluye que el valor de T de Student calculado recae dentro de la región de la región crítica la cual hace que se rechace la Hipótesis Nula y se acepte la hipótesis Alterna. El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental, con un 95 % de confianza y con un nivel de significancias de 0.05.

4.3. Discusión de resultados

Teniendo la información recabada de la presente investigación, aceptamos la hipótesis alternativa general la cual establece que la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena. Dado que tenemos índices calculados posee valores de 129 a 143 lo cual nos indica que el ser humano está expuesto a experimentar problemas de salud, y dándonos de manera general que contaminación de aire con material particulado no es buena esta a su vez viene a ser insalubre. Los resultados presentados guardan relación con lo que sostiene Mosqueda hoyos (2015), en “Calidad del aire y de los efectos en la salud por pm10, en un tramo de la av. Túpac Amaru del distrito de Manantay, provincia de coronel Portillo- Ucallali-2015” el cual menciona que en los 3 puntos de monitoreos se encuentran con un nivel de alerta de Emergencia y que la calidad del aire está relacionado a la contaminación con material particulado, lo cual concuerda con Alvarado (2019), “Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi – 2018”, en la cual señala que para la piladora Rey León, índices de calidad Ambiental son muy poco saludables la cual nos hace referencia a que la calidad del aire no es buena, por lo cual hace que exista la posibilidad que la población que habita en este lugar se ve afectada.

Aceptamos la hipótesis nula. Puesto que la calidad del aire por la emisión de PM 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, es buena. ya que posee una escala moderada. Dado que tenemos valores calculados que de 72 a 76 lo cual nos indica que se encuentra dentro del rango de (51- 100) la cual pertenece a la categoría (Moderada) lo cual indica que el aire que respira en la construcción de pistas y veredas en el Jr. Odonovan es tolerable y esta viene a ser susceptible a una pequeña población como son niños y adultos mayores con patologías respiratorias, por lo que se requiere tomar precauciones y no exponerse constantemente al aire libre. lo cual concuerda con Alvarado (2019), “Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi – 2018”, en la cual señala que para la piladora Rey León, índices de calidad Ambiental son muy poco saludables la cual nos hace referencia a que la calidad del aire no

es buena, por lo cual hace que exista la posibilidad que la población que habita en este lugar se ve afectada. Además, Tarazona (2018) al determinar la calidad del aire en la vereda Mochuelo- Alto Bogotá, determino que la calidad del aire en correlación al material particulado se encontraba dentro de la categoría moderada conforme a lo establecido por IDEAM. Lo que contrasta con Ahuanari y Mozombite (2019) al determinar el nivel de alteración a consecuencia de la emanación de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud, donde determine que el grado de contaminación por la emisión de material particulado de PM10 se encuentra dentro del rango de Moderado, ya que los datos indican que la calidad del aire se encuentra en un rango de 50 a 100, y por ende la calidad es aceptable.

Se Rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. Puesto que la calidad del aire por la emisión de PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena. Dado que tenemos índices calculados que posee valores de 117 a 139 lo cual nos indica que se encuentra dentro del rango de (101- 150) la cual pertenece a la categoría (Insalubre para Personas Sensibles) por ello los más afectados son los trabajadores, vecinos, y alrededores del Jirón Odonavan- Huancavelica, estando expuestos a problema respiratorias por material particulado la cual viene a ser insalubre para el ser humano. Los resultados obtenidos guardan relación con lo que sostiene Prieto (2016) al realizar la cuantificación de material particulado, plomo y arsénico para la estimación de la calidad de aire en el distrito de Islay – Matarani, obtuvo que la calidad del aire se encontraba dentro del rango no es saludable para grupo que son sensibles, ya que los valores fructuaban entre 100 a 150, lo cual significaba que las personas vulnerables son capaces de ejercer daños a la salud, donde el público restante no se ve afectado, mientras tanto Tarazona (2018), donde en su trabajo de investigación pudo determino que la calidad del aire por la emanación de material particulado de PM 2.5 en Bogotá, se encontraba dentro de la categoría moderada conforme a lo establecido por IDEAM, lo cual indica que la calidad del aire es aceptable; ya que los contaminares pueden generar problema a la salubridad de grado moderado para aquella población vulnerable.

Se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan –Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental. Se evaluó que el índice de concentración del material particulado PM10 con relación al ECA, supera la normativa de calidad ambiental, puesto que los 4 primeros puntos de monitoreo supera el ECA con valores de (104.64, 103.88, 101.41 y 102.17) ug/m³ sin embargo en el punto de monitoreo N°05 posee una concentración de 97.50 ug/m³ estando por debajo del valor límite de 100ug.5ug/m³ lo cual es inferior a 100 ug/m³ al ECA, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado en 4 puntos. Estos resultados guardan relación con Erika (2014), el cual menciona en su investigación "Estudio de la calidad de aire y los efectos en la salud por PM10, en un tramo de la av. Túpac Amaru, distrito de Manantay, provincia de coronel Portillo Ucayali-2014" que las principales fuentes de contaminación son las vías sin pavimento y obteniendo una concentración de Material Particulado PM 10 valores de 444.80. ug/m³, 453.68 .ug/m³ encontrarse en un nivel de alerta de Urgencia, esta a su vez es aproximadamente 4 veces más de lo establecido en los ECA aire. Al igual que Tedy (2015), en su artículo "Monitoreo y evaluación de la calidad ambiental del aire y ruido en principales ciudades de la región Ucayali" menciona que la concentración de PM10 promedio en Yarinacocha fue de 366 ug/m³ superando los Estándares de Calidad Ambiental de aire, llegando a tener un estado de alerta "Peligroso" y un índice de calidad de Aire "Muy Malo". Asimismo, la concentración de material particulado en el distrito de Manantay también supera los Estándares de Calidad Ambiental con 279.2 ug/m³; en ambos casos, se observa que la causa principal de contaminación por PM10, se debe al excesivo flujo vehicular y a otras condiciones de la zona como calles no pavimentadas. Lo que contrasta Arroyo (2019), el cual en su desarrollo de su trabajo de investigación "Evaluación de las partículas pm2.5 y pm10 en la construcción de la carretera Chota – Cochabamba (Cajamarca)" obtuvo valores promedios de PM 2.5 y PM10 según el ECA son: (50 µg/m³ para PM2.5; 100 µg/m³ para PM10), tomando como referencia 5 puntos de monitoreo se encuentran ligeramente sobrepasando los Estándar de Calidad Ambiental (ECA). D.S. N°003-2017 MINAM. Además Tarazona (2018) al determinar la

calidad del aire en la vereda Mochuelo- Alto Bogotá, determino que el valor del PM10 en el mes de abril obtuvo un pico de 154.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en mayo y junio los datos no superaron los límites de la normativa colombiana, en junio se obtuvo un valor máximo de 158.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en agosto se registró 47.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en setiembre se excedió su valor con 103.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en octubre se registró un valor máximo de 115.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual indica que supera los límites de la norma, en el mes de noviembre existió un valor máximo de 51.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, finalmente concluye que en la mayoría de los meses se supera la normativa colombiana.

Aceptamos la hipótesis alterna. El índice de la concentración con relación al ECA de calidad de aire del PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan-Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental. Se evaluó que el índice e concentración del material particulado PM 2.5 con relación al ECA, supera la normativa de calidad ambiental ,puesto que en los 4 primeros puntos de monitoreo supera el ECA con valores de (53.42, 59.25, 56.90 y 60.27) ug/m^3 sin embargo en el punto de monitoreo N°05 posee una concentración de 49.07 ug/m^3 estando por debajo del valor límite de 50 ug/m^3 establecido por ECA, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM2.5 supera los ECA de calidad de aire del material particulado en 4 puntos y solo un punto está por debajo de lo establecido. Esto resultados guardan relación con Trelles Motte (2018), que en su trabajo de investigación “Determinación del material particulado (PM10 Y PM 2.5), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) en el Distrito de Ocoruro- Provincia Espinar- Región Cusco” realizo 3 puntos de monitoreo utilizando el equipo Hi-Vol y teniendo como resultado que en la construcción de carretera Yauri-Negromayo-Imata, en la estación de monitoreo CA-18 y CA-13 en el mes de julio, el material particulado PM2.5 es de 221.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 63.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ excediendo las ECA según lo establecido en el D.S. 003-2017-MINAM esto se debe al tránsito de maquina pesada y vehículos livianos. Sin embargo, en los siguientes meses este parámetro se encuentra por debajo de dicha norma. Asimismo Prieto (2016) al realizar la cuantificación del material particulado, plomo y arsénico para la determinación de la calidad de aire en el distrito de Islay – Matarani, obtuvo en el segundo punto fue de 56.84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el tercer

fue de 47.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y en el cuarto fue de 32.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que concluye que los valores identificados se hallan debajo de los parámetros establecidos por la normativa de calidad ambiental para la calidad de aire solo sobrepasando en uno de los puntos . Además, Ahuanari y Mozombite (2019) obtuvo que el PM2.5 fue de 104.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual supera la normativa de calidad ambiental para aire.



CONCLUSIÓN

En la presente investigación sobre la calidad del aire en el Jr.Odonovan, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que posee una escala No saludable para grupos sensibles para PM2.5 según la tabla N°9, lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud y una escala moderada para PM10.

La calidad del aire en el Jr.Odonovan, por la emisión de material particulado de PM10 en Huancavelica – 2021, no es buena; ya que posee una escala moderada según la tabla N°10, lo cual indica que el aire que respira el Jr.Odonovan es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire.

La calidad del aire en el Jr. Odonovan, por la emisión de material particulado de PM2.5 en Huancavelica – 2021, no es buena; ya que posee una escala No saludable para grupos sensibles según la tabla N°11, lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud.

El índice de concentración del PM 10, supera estándares de calidad ambiental del aire para material particulado en el Jr.Odonovan, Huancavelica – 2021, ya que los primeros 4 puntos de monitoreo superan el ECA el cual registra un valor límite de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto de monitoreo N°5 que posee una concentración de $97.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA, además el punto de monitoreo número 1 posee la concentración máxima medida de PM10 de $104.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$; por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado.

El índice de concentración de PM 2.5, supera estándares de calidad ambiental del aire para material particulado en la el Jr. Odonovan, Huancavelica – 2021, ya que los primeros 4 puntos de monitoreo superan el ECA aire para material particulado de 2.5 el cual registra un valor límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia del punto N°5 que posee una concentración de $49.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual es inferior en $0.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al ECA.

RECOMENDACIÓN

Realizar un monitoreo periódico de los materiales particulados y otros contaminantes que se localizan en el aire, para determinar su proceso evolutivo y así realizar actividades de prevención y corrección frente a las secuelas que deja la contaminación del aire.

Se debe tener mucho cuidado en manipular los filtros después de tomar la muestra, para garantizar datos precisos.

Las investigaciones futuras deben hacer uso de dos equipos Hi-Vol, trabajar de manera paralela y así poder sacar muestras más rápido.

Realizar monitoreos en las diferentes obras de construcción y pavimentación de pistas y veredas para de ese modo saber la calidad de aire que respiran tanto el personal que labora en la ejecución de las obras y las personas que concurren el área de influencia y de esa forma tomar medidas preventivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental. (2017). *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems* (Vol. Volume II). Obtenido de https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/Final%20Handbook%20Document%201_17.pdf
- Ahuanari, R., & Mozombite, D. (2019). *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 Bautista: Universidad Científica del Perú.
- Alesina, L., Bertoni, M., Mascheroni, P., Moreira, N., Piacasso, F., & Ramirez, J. (2011). *Metodología de la investigación en ciencias sociales*. Montevideo: Universidad de la República.
- Alfayate, J., & Gonzales, M. (2011). *Contaminación ambiental*. España: Editorial paraninfo.
- Alvarado, R. (2019). *Evaluación 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: Universidad César Vallejo.
- Aragón, P. (2011). *Problemas de la contaminación ambiental*. España: Editorial Fecus.
- Borja S, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Castro de Reyes, A. (2015). *Recolección de datos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <https://melpe025.files.wordpress.com/2015/03/lasfichas-amycastro14215.pdf>
- Ccanto Mallma, G. (2010). *Metodología de la investigación científica en contabilidad*. Huancayo : Vision peruana.
- Charres, I., & Marcela, D. (2016). *Evaluación de la calidad de aire en el municipio de Sucsa (Cundimarca)*. Bogotá - Colombia: Universidad Libre de Colombia.
- Chávez, P. (2018). *Contaminación del aire por material particulado sedimentable en la zona urbana de Huánuco de agosto a octubre del 2016*. Tingo María - Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM. (2 de Diciembre de 2019). *Ministerio del Ambiente*. (MINAM) Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>
- Environmental Protection Agency . (2006). *Unpaved roads. U.S. EPA office of Air and Radiatio*. USA: EPA.

- Ferrer, J. (2010). *Higiene y seguridad Industrial*. Obtenido de Conceptos básicos de metodología de la investigación : <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>
- García, J. (2008). *Contaminación atmosférica*. México: Editorial Trillas.
- Green Group Perú. (2017). *Laboratorio de Calibración de Gases acreditado con ISO/IEC 17025 en el Perú y el segundo en Sudamérica*. Obtenido de <https://www.greengroup.com.pe/equipos/calidad-de-aire/muestreador-de-particulas-hi-vol/detalle#:~:text=Muestreador%20para%20material%20particulado%20PM10,inoxidable%20de%208%E2%80%9Dx10%E2%80%9D>.
- Guevara, J. (2017). *Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos*. Tarapoto - Perú: Universidad Peruana Unión.
- Guzman, J. (2019). *Evaluación de la calidad del aire de la central térmica de ventanilla*. Lima - Perú: Universidad Nacional Federico Villareal.
- Hernández, R. (2004). En *Metodología de la Investigación* (Vol. Cuarta edición). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, SA DE C.V. Obtenido de <http://187.191.86.244/rceis/registro/Methodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. Sexta edición). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernandez, O. J. (2019). Contribución de fuentes y origen del material particulado atmosférico en bogotá, colombia. *Dialnet*.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación (6.a ed.)*. México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). *Sistema Nacional Ambiental*. Obtenido de http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/aprendizaje.xhtml?de=indice_calidad
- Instituto geoambiental. (Noviembre de 2020). *Material particulado*. Obtenido de <https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado>
- Marroquin, R. (2002). *Metodología de la investigación*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzman y Valle.

- Martínez, A. (2000). *Introducción al monitoreo atmosférico producido por partículas en suspensión*. Madrid: Editorial Ciemat.
- Mendez Espinoza, J. F., Pinto Herrera, L. C., Galvis Remolina, B. R., & Pachon, J. E. (2017). Estimación de factores de emisión de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá . *Dialnet*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire* . Bogotá. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Protocolo+para+el+Monitoreo+y+seguimiento+de+la+calidad+del+aire.pdf/6b2f53c8-6a8d-4f3d-b210-011a45f3ee88>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. *Ambiente*, pág. 4.
- Ministerio del ambiente. (Noviembre de 2019). *Protocolo de monitoreo de la calidad de aire*. Obtenido de [file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/protocolo_monitoreo_aire%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/protocolo_monitoreo_aire%20(4).pdf)
- Motocanche, D. (2019). *Evaluación de la influencia de las condiciones meteorológicas en los niveles de material particulado PM10 y PM2.5 en la construcción del Hospital Hipólito Unánue de Tacna*. Tacna - Perú: Universidad Privada de Tacna.
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de investigación-ciencia sociales*. México: Oxford University Press México, S.A. de C.V. Obtenido de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
- Nevers, N. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. México: Editorial McGraw-Hill.
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Impacto del medio ambiente en la salud. *Actualización mundial*, 23.
- Prieto, O. (2016). *Caracterización de material particulado, plomo y arsénico para la evaluación de la calidad de aire en el distrito de Islay - Matarani*. Arequipa - Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Ramírez , A. (s/f). *Metodología de la investigación científica*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>
- Reyes, T., & Bernal, D. (2019). Evaluación de la calidad de aire en la Universidad Santiago de Cali. *Universidad Santiago de Cali*, 12.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de la investigación*. (primera, Ed.) Panapo: Editorial panamericana.
- Salazar, H. (2013). *Manual de Metodología de la investigación*. Huaráz.

- Strauss, W. (1990). *Contaminación del aire, causas, efectos y soluciones*. México: Editorial Trillas S.A.
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa S.A.
- 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: Universidad El Bosque.
- Tenorio, B. (1998). *Técnicas de investigación documental*. Trillas.
- Valderrama, S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Vara, M. (2017). *Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del Cusco y su comportamiento - 2016*. Arequipa - Perú: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Vivanco, E. (2019). *Evaluación de la concentración de PM10 y plomo en el aire ambiental, en los pueblos jóvenes cercanos a los depósitos de minerales en el Callao*. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

APÉNDICE

Anexo 1 : Matriz de Consistencia

TÍTULO: “Calidad del aire por la emisión de material particulado en la comunidad de Callqui Chico, Huancavelica – 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Problemas generales	Objetivos generales	Hipótesis general				A	
¿Cuál es la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021?	Evaluar la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021.	La calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.	Variable independiente: Material particulado	Material particulado PM ₁₀	Partículas gruesas	Razón	Tipo de Investigación: - Aplicada Nivel de Investigación - Explicativo Método de investigación -Método científico Diseño: - Diseño no experimental Técnica e instrumento de recolección Técnicas -Observación Instrumento Ficha de observación
Problemas específicos: ¿Cuál es la calidad del aire por la emisión de material particulado PM 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021?	Objetivos específicos: Estimar la calidad del aire por la emisión de material particulado PM 10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021.	Hipótesis específica: La calidad del aire por la emisión de material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.	Variable dependiente: Calidad de aire	Índice de calidad de aire global según el método AQI Air Quality Index para PM10	$AQI = \left[\frac{(PM_{10} - PM_{min}) \times (AQI_{max} - AQI_{min})}{(PM_{max} - PM_{min})} \right] + AQI_{min}$	Intervalo	Muestreador de partículas “Hi Vol” Población: 5 kilómetros - Muestra: 5 puntos de monitoreo Muestreo: aleatorio Técnicas de procesamiento de datos: - T de Student para muestras dependientes.
¿Cuál es la calidad del aire en la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021?	Estimar la calidad del aire en la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica, 2021.	La calidad del aire por la emisión de material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan–Huancavelica, 2021, no es buena.					
¿Cuál es el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021?	Determinar el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del	El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material					

¿Cuál es el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021?

material particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021.

Determinar el índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021.

particulado PM10 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental

El índice de concentración con relación al ECA de calidad de aire del material particulado PM 2.5 en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan – Huancavelica 2021, supera los estándares de calidad ambiental.

Índice de calidad de aire global según el método AQI Air Quality Index para PM2.5

$$AQI = \left[\frac{(PM_{obs} - PM_{min}) \times (AQI_{mi} - AQI_{ma})}{(PM_{max} - PM_{mi})} \right] \text{Intervalo}$$

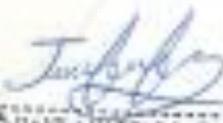
o

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

FIGURA N°1 CONTAMINACION DE MONITOREO DE AIRE							
Título del proyecto: Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de puentes y veredas del Jirón Otáñez - Huancavelica, 2011*							
Responsables: Barrionos Payán, Arcevaly Barr, y Espinoza Acosta, Lisseth Yulisa							
Asesor: Dr. Victor G. Sánchez Arce							
Ubicación:				Provincia:			
Codigo del Puesto:				Zonificación de acuerdo al EIA:			
Fuente Generadora de material particulado:							
Método: Alta volumen ()				Bajo volumen ()			
Muestra con un peso ()							
Fijas:				Móvil:			
Descripción de la fuente							
Programa de la observación de la fuente y del punto de monitoreo							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO DE IRON OTÁÑEZ			CROQUIS DEL PUNTO DE MONITOREO				
COORDENADAS							
N							
E							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de medición	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 2.5	OBSERVACIÓN



 Víctor G. Sánchez Arce
 Ing. Ambiental y Sanitario
 CIP N° 22068



 Lisseth Yulisa Espinoza Acosta
 Ing. Ambiental y Sanitario
 CIP N° 22424



 Lisseth Yulisa Espinoza Acosta
 Ing. Ambiental y Sanitario
 CIP N° 22424

a) Instrumento 3

Empresa:		Unidad o Proyecto:			
Estación	Fecha:	Código de Filtro	Pesos (gr)		
			Inicial:	Final:	Diferencia:
Horómetro		Funcionamiento			
Inicial:	Final:	Horas:	Minutos:		
Diferencia de Presión Manométrica		Presión ATM. (mmHg)	Temperatura (°C):	Razón de Presión:	
Inicial	Final	Promedio	Qreal (m3/min):	Qstd (m3/min)	VOLstd (m3)
Concentración de Material Particulado PM-10					
Concetración PM10.(ug/m3N)	As (ug/muestra)	As (ug/m3N)	Pb (ug/muestra)	Pb (ug/m3N)	

b) Instrumento 4

Empresa:		Unidad o Proyecto:			
Estación	Fecha:	Código de Filtro	Pesos (gr)		
			Inicial:	Final:	Diferencia:
Horómetro		Funcionamiento			
Inicial:	Final:	Horas:	Minutos:		
Diferencia de Presión Manométrica		Presión ATM. (mmHg)	Temperatura (°C):	Razón de Presión:	
Inicial	Final	Promedio	Qreal (m3/min):	Qstd (m3/min)	VOLstd (m3)
Concentración de Material Particulado PM-2.5					
Concetración PM10.(ug/m3N)	As (ug/muestra)	As (ug/m3N)	Pb (ug/muestra)	Pb (ug/m3N)	

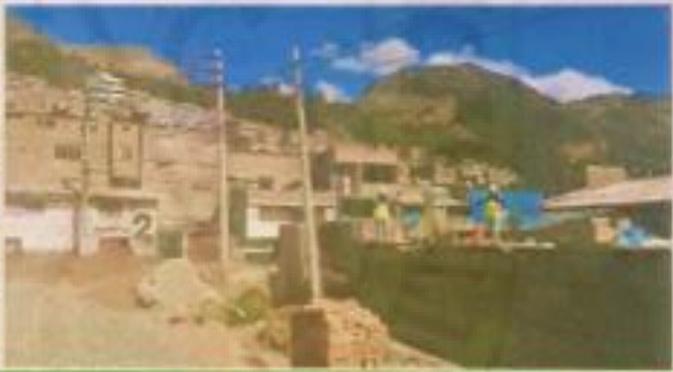
c) Instrumento 5

Empresa:		Unidad o Proyecto:			
Estación	Fecha:	Código de Filtro	Pesos (gr)		
			Inicial:	Final:	Diferencia:
Horómetro		Funcionamiento			
Inicial:	Final:	Horas:	Minutos:		
Diferencia de Presión Manométrica		Presión ATM. (mmHg)	Temperatura (°C):	Razón de Presión:	
Inicial	Final	Promedio	Qreal (m3/min):	Qstd (m3/min)	VOLstd (m3)
Concentración de Material Particulado PM-10					
Concetración PM10.(ug/m3N)	As (ug/muestra)	As (ug/m3N)	Pb (ug/muestra)	Pb (ug/m3N)	

Anexo 4: Punto de Monitoreo N°1

FICHA N° 1 INSTRUMENTO DE MONITOREO DE AIRE							
Título del proyecto: "Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan- Huancavelica, 2021"							
Responsables: Barrientos Paytan, Aracely Sara y Espinoza Ancalle, Useth Yulisa							
Asesor: Dr. Victor G. Sánchez Araujo							
Distrito: HUANCABUELA				Provincia: HUANCABUELA			
Codigo del Punto: PH-01				Zonificación de acuerdo al ECA:			
Fuente Generadora de material particulado: OBRAS CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS							
Metodo: Alto volumen () <input checked="" type="checkbox"/> Bajo volumen ()							
Marca con un aspa (x)							
Fija: <input type="checkbox"/>				Movil: <input checked="" type="checkbox"/>			
Descripción de la fuente							
MOVIMIENTO, ESCAVACIÓN DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN ODO NOVAN							
Descripción de la ubicación de la fuente y del punto de monitoreo							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO DE JIRON ODO NOVAN				CROQUIS DEL PUNTO DE MONITOREO			
COORDENADAS							
N							
2586974							
T							
503864							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de monitoreo	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 2.5	OBSEVACIÓN
PH-01	3.152	3.262	0.11	3.20089	3.2602	0.05931	

Punto de Monitoreo N°2

FIGURA N° 1 INSTRUMENTO DE MONITOREO DE AIRE							
Título del proyecto: "Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan- Huancavelica, 2021"							
Responsables: Barrientos Paytan, Arecey Sora y Espinoza Ancalle, Useth Yulba							
Asesor: Dr. Víctor G. Sánchez Arzujo							
Distrito: HUANCABEICA				Provincia: HUANCABEICA			
Codigo del Punto: Pn-02				Zonificación de acuerdo al ECA:			
Fuente Generadora de material particulado: OBRA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS.							
Método: (Alto volumen) <input checked="" type="checkbox"/> (Bajo volumen) <input type="checkbox"/>							
Marca con un aspa (x)							
Fija: <input type="checkbox"/>				Móvil: <input checked="" type="checkbox"/>			
Descripción de la fuente							
MOVIMIENTO ESCAVACIÓN DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN OODONOVAS							
Descripción de la ubicación de la fuente y del punto de monitoreo							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO DE JIRÓN OODONOVAN				CROQUIS DEL PUNTO DE MONITOREO			
COORDENADAS							
N							
8586.728							
E							
5038.88							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de monitoreo	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 2.5	OBSEVACIÓN
Pn-02	3.1485	3.2576	0.1093	3.2026	3.2645	0.06234	

Punto de Monitoreo N°3

FICHA N°3 INSTRUMENTO DE MONITOREO DE AIRE							
Titulo del proyecto: "Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan- Huancavelica, 2021"							
Responsables: Barrientos Paytan, Aracely Sara. y Espinoza Ancalle, Liseth Yulisa							
Asesor: Dr. Víctor G. Sánchez Araujo							
Distrito: HUANCABUECA				Provincia: HUANCABUECA			
Codigo del Punto: PM - 03				Zonificación de acuerdo al ECA:			
Fuente Generadora de material particulado: OBRA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS							
Metodo: Alto volumen () <input checked="" type="checkbox"/> Bajo volumen ()							
Marca con un aspa (x)							
Fija: <input checked="" type="checkbox"/>				Móvil: <input type="checkbox"/>			
Descripción de la fuente							
MOVIMIENTO - ESCAVACIÓN DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN ODO NOVAN.							
Descripción de la ubicación de la fuente y del punto de monitoreo:							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO DE JIRÓN ODO NOVAN				CROQUIS DEL PUNTO DE MONITOREO			
COORDENADAS							
N							
8586673							
E							
503711							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de monitoreo	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 2.5	OBSEVACIÓN
PM-03	3.1519	3.2686	0.1067	3.26723	3.2671	0.06987	

Punto de Monitoreo N°4

FIDIA N°1 INSTRUMENTO DE MONITOREO DE AIRE							
Título del proyecto: "Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan- Huancavelica, 2021"							
Responsables: Barrientos Paytan, Aracely Sara y Espinoza Ancalle, Liseth Yulisa							
Asesor: Dr. Víctor G. Sánchez Araujo							
Distrito: HUANCAYUCO				Provincia: HUANCAYELCA			
Codigo del Punto: Pn-04				Zonificación de acuerdo al ECA:			
Fuente Generadora de material particulado: OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS							
Metodo: Alto volumen () <input checked="" type="checkbox"/> Bajo volumen () <input type="checkbox"/>							
Marca con un aspa (x)							
Fija: <input type="checkbox"/>				Movil: <input checked="" type="checkbox"/>			
Descripción de la fuente							
MOVIMIENTO, ESCAVACION DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRON ODO NOVAN							
Descripción de la ubicación de la fuente y del punto de monitoreo:							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO DE JIRON ODO NOVAN				CROQUIS DEL PUNTO DE MONITOREO			
COORDENADAS							
N							
8886661							
T							
508617							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de mltoreo	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 2.5	OBSEVACIÓN
Pn-04	3.163	3.2605	0.1075	3.20400	3.2615	0.06342	

Punto de Monitoreo N°5

FICHA N°1 INSTRUMENTO DE MONITOREO DE AIRE							
Título del proyecto: "Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en la construcción de pistas y veredas del jirón Odonovan- Huancavelica, 2021"							
Responsables: Barrientos Paytan, Aracely Sara y Espinoza Ancalle, Liseth Yulisa							
Asesor: Dr. Víctor G. Sánchez Anzujo							
Distrito: HUANCABUECA				Provincia: HUANCABUECA			
Codigo del Punto: PH-05				Zonificación de acuerdo al ECA:			
Fuente Generadora de material particulado: OBRA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS							
Metodo: Alto volumen () <input checked="" type="checkbox"/> Bajo volumen ()							
Marca con un aspa (x)							
Fija: <input type="checkbox"/>				Movil: <input checked="" type="checkbox"/>			
Descripción de la fuente							
MOVIMIENTO, ESCAVACIÓN DE TIERRA PARA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN OODONOVAN.							
Descripción de la ubicación de la fuente y del punto de monitoreo:							
PUNTO DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO DE JIRÓN OODONOVAN				CROQUIS DEL PUNTO DE MONITOREO			
COORDENADAS							
N							
8596667							
E							
503502							
A							
Registro de datos del material particulado							
Punto de monitoreo	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 10	Peso inicial del filtro	Peso final del filtro	PM 2.5	OBSEVACIÓN
PH-05	3.1573	3.2598	0.1025	3.20214	3.2656	0.06346	

Anexo 5: Validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombre: Davila Vargas Jenifer
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de Huancavelica
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Ambiental
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de Monitoreo de aire
 1.5 Autor(A) de Instrumento: Barrientos Paytan, Aracely Sara y Espinoza Ancalle, Liseth Yulisa.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis variables e indicadores										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

si

no

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Huancavelica 11 de junio 2021


 JENIFER DAVILA VARGAS
 DNE: 72458517

DAVILA VARGAS JENIFER
 DNE: 72458517

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombre: **Sáez Huamán, Wilfredo**
 1.2 Cargo e Institución donde labora: **Docente de la Universidad Nacional de Huancavelica**
 1.3 Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Ambiental**
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de Monitoreo de aire**
 1.5 Autor(A) de Instrumento: **Barrientos Paytan, Aracely Sara y Espinoza Ancalle, Liseth Yulisa.**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible									x				
2. OBJETIVIDAD	Está adscrito a los leyes y principios científicos									x				
3. ACTUALIDAD	Está adscrito a los objetivos y las necesidades reales de la investigación									x				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica									x				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									x				
6. INTENCIONALIDAD	Está adscrito para valorar las variables de la Hipótesis									x				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos científicos y/o científicos									x				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores									x				
9. METODOLOGÍA	La estrategia respalda una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis									x				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adscripción al Método Científico									x				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

si

no

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Huancavelica 11 de junio 2021


 Sáez Huamán, Wilfredo
 DNI: 23274838

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: **Zúñiga Espinoza, Flavio.**
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: **Docente de la Universidad Nacional de Huancavelica.**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Ambiental (Especialidad en aire).**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Instrumento de Monitoreo de aire.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Barrientos Paytan, Aracely Sara y Espinoza Ancalle, Liseth Yulisa.**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre las problemáticas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su asociación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

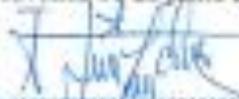
si

no

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancavelica 11 de junio 2021



 Flavio Zúñiga Espinoza
 Ing. Ambiental y Sanitario
 CIP: N° 22098
 ZÚÑIGA ESPINOZA, FLAVIO
 DNI: 70193110

Anexo 6: Ficha de Calibración del Equipo



Universidad Nacional de Huancavelica
Laboratorio de microbiología
Ciudad Universitaria de Patayana-Laboratorio de microbiología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-MEDIDOR DE MATERIAL INFORME N°001 PAGINA 1/1
PARTICULADO PM 10 Y PM2.5

DATOS DEL EVALUADOR

CLIENTE:	Universidad Nacional de Huancavelica	DIRECCION:	Pataypampa 00001
AREA:	Laboratorio Central	DEPARTAMENTO:	Huancavelica
RESPONSABLE	Dr. Victor Sanchez Araujo	DISTRITO:	Huancavelica
FECHA	12/45/45	TELEFONO	957090185

REVISION INICIAL

EQUIPO	HI-VOL-PM 10	MARCA: Thermo Scientific	INSTRUMEX
MODELO	No indica	SERIE N°:1772510	No indica
CODIGO	No indica		

DATOS DE EQUIPO:

DESCRIPCIÓN	SI	NO
EQUIPO ENCIENDE Y APAGA CORRECTAMENTE	X	
ESTADIO FISICO DEL EQUIPO EN BUENAS CONDICIONES	X	
CUENTA CON ACCESORIOS REQUERIDOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	X	
TARJETA ELECTRICA DE CONTROL DE OPERATIVA	X	
DISPLAY DE LECTURA EN BUENAS CONDICIONES	X	
SOPORTE TRIPODE EN BUENAS CONDICIONES	X	
TABLETA FUENTE DE ALIMENTACION	X	

CONCLUSION:

- EQUIPO/COMPONENTE OPERATIVO
 EQUIPO/COMPONENTE OBSERVADO

RECOMENDACIONES:

- LIMPIAR CON PAÑO SECO LAS SUPERFICES DEL EQUIPO ASI MISMO SUS ACCESORIOS ANTES DEL ALMACENAMIENTO EN EL LUGAR LIBRE DE HUMEDAD
- REALIZAR MANTENIMIENTO AL SISTEMA PORTA FILTROS ANTES DE COMENZAR EL PROCESO DEL TRABAJO
- AL MOMENTO DE INTRODUCIR EL FILTRO UTILIZADOR GUANTES Y PINZAS.
- MANTENER UNA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO DE 12 MESES.

INFORME REVISADO POR:

Dr. SANCHEZ ARAUJO, Victor G.
ENCARGADO DEL
LABORATORIO CENTRAL

INFORME REALIZADO POR:

Bach. Barrientos Paytan, Aracely S.
TESISTA

Bach. Espinoza Arellano, Lisbeth Y.
TESISTA

Anexo 7 : Muestras de laboratorio



Universidad Nacional de Huancavelica
Laboratorio de microbiología
Ciudad Universitaria de Paturoana-Laboratorio de microbiología



RESULTADO DE ANALISIS

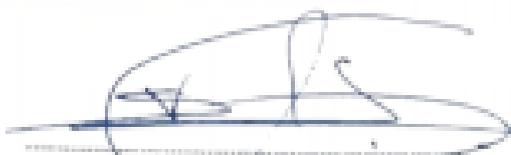
Fecha de muestreo:	Fecha de recepción de las muestras:	Fecha de ejecución del ensayo:
16/07/21 -26/07/21	17/07/21 -26/07/21	13/07/21 -26/07/21
RESPONSABLE DEL LABORATORIO:	Usuarios:	Objeto de estudio:
Dr. Victor Guillermo Sánchez Araujo	Tecnicos	Ejecución de tesis
Muestra:	Tipo de muestra:	Clase de muestra:
Material Particulado	Alto flujo	Aire
Punto de muestreo:	Equipo:	Parámetro a estudiar:
Del PM-01 al PM-05	Hi- vol.	PM 2.5 y PM 10
Lugar de muestra:	Lugar de análisis:	Fecha de emisión de reporte:
J. Odonoven	Laboratorio central de la UNH	27/07/21

REPORTE

Fecha	Punto de muestreo	Peso inicial	Peso final	PM 2.5	Fecha	Punto de muestreo	Peso inicial	Peso final	PM 10
16/07/2021	PM-01	3.20389	3.2601	0.05621	17/07/2021	PM-01	3.152	3.262	0.11
18/07/2021	PM-02	3.20216	3.2645	0.06234	19/07/2021	PM-02	3.1483	3.2576	0.1093
18/07/2021	PM-03	3.20723	3.2671	0.05987	21/07/2021	PM-03	3.1519	3.2586	0.1067
23/07/2021	PM-04	3.20408	3.2675	0.06342	23/07/2021	PM-04	3.153	3.2605	0.1075
24/07/2021	PM-05	3.20214	3.2656	0.06346	25/07/2021	PM-05	3.1573	3.2598	0.1025

Huancavelica 27 de julio del 2021

LABORATORIO CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA


Dr. Victor Guillermo Sánchez Araujo
RESPONSABLE

Anexo 8: Panel fotográfico



Figura 1 secado de filtros a temperatura ambiente



Figura 2 : Se rellenan los datos de temperatura y humedad



Figura 3 : Pesado inicial de filtros antes de los monitoreos



Figura 4 : Datos del filtro pesado Inicialmente

Figura 5: Puntos de Monitoreo del material particulado









Figura 6: instalación del motor Venturi y porta filtro



Figura 7: Instalación de filtro

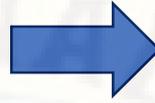


Figura 8: Insertando el registro de tiempo y la instalación del disco para la medición del flujo



Figura 9: Calculo de la presión inicial y final



Figura 10: Recojo de filtro luego de 24 horas y Comparación con un filtro limpio



Figura 11: Retiro de filtro monitoreado

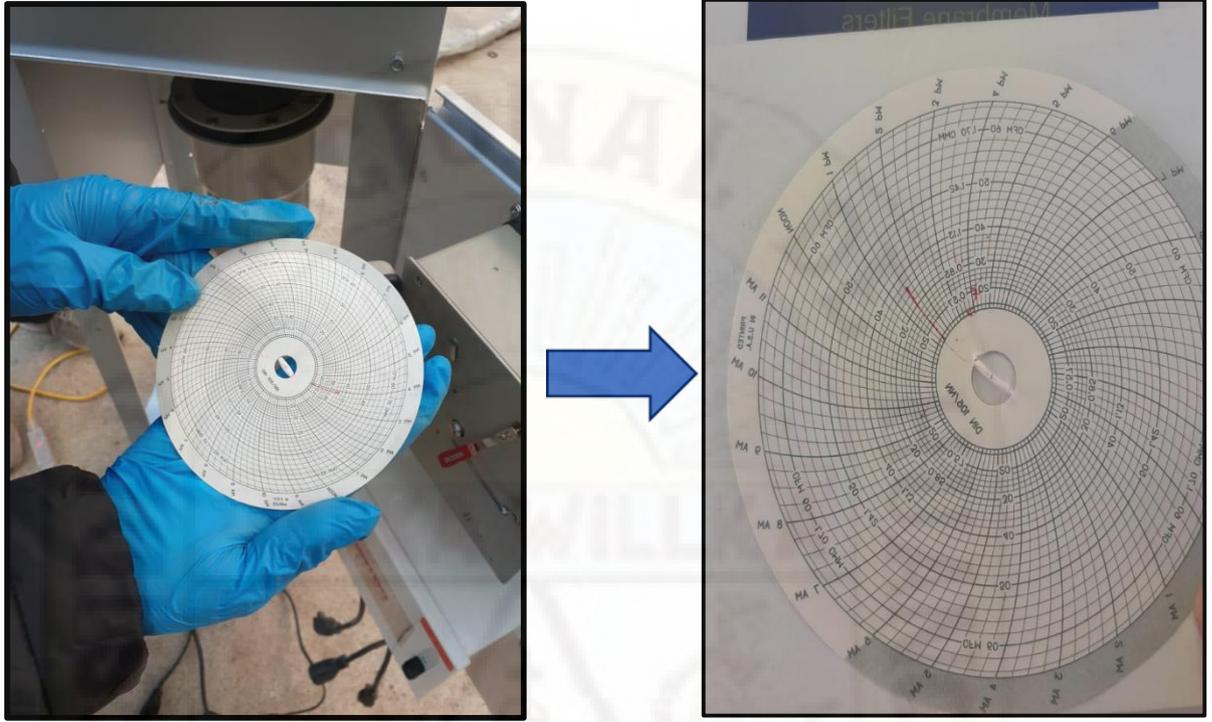


Figura 12: Retiro carta contador de flujo





Figura 13: Pesamos el filtro en el laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica



Figura 14: Peso final del filtro