

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DE TRES EMPRESAS INDUSTRIALES DE PUCALLPA – 2022”

RESUMEN:

La mayor parte de las industrias y de las fábricas emiten diversos contaminantes a la atmósfera como el material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y gases como el SO_2 , CO y H_2S afectando directamente a la capa de ozono y a nuestro organismo, la ciudad de Pucallpa no es ajena a esta realidad por ello el problema de este proyecto a investigar es ¿Cuál es la calidad del aire en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha de nuestra ciudad? El objetivo principal es evaluar la calidad del aire en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha, como **objetivos específicos se va comparar y determinar las concentraciones más altas y bajas de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S en el ámbito de influencia. (Es lo que se hará sin autor)** Se realizará el muestreo de la calidad del aire, para determinar la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental para aire. En la ciudad de Pucallpa existe un gran crecimiento urbanístico e industrial y en los alrededores de las empresas Planta Concretera Selva Mix, Ladrillera Ucayali S.R.L y Planta de la Cervecería San Juan, existen viviendas cercanas expuestas a las emisiones de por estas actividades industriales, **estudio que permitirá justificar los planes de desarrollo urbano y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población (Gaete, 2012).**

PALABRAS CLAVE: material particulado (PM_{10}) ($PM_{2.5}$) Sulfuro de hidrogeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono.

ABSTRACT:

Most of the industries and factories emit various pollutants into the atmosphere such as particulate matter PM10, PM2.5, and gases such as SO2, CO and H2S directly reaching the ozone layer and our body, the city of Pucallpa. It is not alien to this reality, therefore the problem of this project to investigate is: What is the quality of the air in the sphere of influence of the industrial activities of the districts of Callería and Yarinacocha of our city?. The main objective is to evaluate the quality of the air in the sphere of influence of the industrial activities of the districts of Callería and Yarinacocha, as specific objectives it will compare and determine the highest and lowest concentrations of particulate matter PM10, PM2.5, and of SO2, CO and H2S gases in the area of influence.

The air quality demonstration was carried out to determine the concentration of particulate material PM10, PM2.5, and gases SO2, CO and H2S and compare them with the Environmental Quality Standards for air. In the city of Pucallpa there is a great urban and industrial growth and in the surroundings of the Selva Mix Concrete Plant, Ladrillera Ucayali S.R.L and San Juan Brewery Plant companies, there are resident homes whose residents are exposed to emissions from said industrial activities. This study will justify urban development plans and thus improve the quality of life of the population.

KEY WORDS: Air quality, Sulfur dioxide, Carbon monoxide, PM10, PM2.5. Hydrogen sulfide.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.

Pucallpa es una ciudad en crecimiento tanto urbanístico e industrial, debido al crecimiento económico acelerado en los últimos años, ilustraciones sobre la

contaminación del aire, demuestran que existen pequeñas partículas creadas en los procesos contaminantes que causan daño a la salud y al medio ambiente. (Deyvi, 2022)

VIRGINIA ULRIKA, (2021) Tesis *“Efecto de la producción de carbón en la calidad del aire en el distrito de Manantay”* La producción de carbón vegetal afecta negativamente la calidad de aire del distrito de Manantay, en áreas cercanas a 200 metros a esta actividad. La calidad del aire en zonas aledañas de producción de carbón vegetal en el distrito de Manantay, en áreas de 0 a 100 metros de la zona de producción la calidad es del aire es Mala con i140, en áreas de 101 a 200 metros la calidad es del aire es Moderada con i88, en áreas de 201 a 300 metros la calidad es del aire es Bueno con i50 y en áreas de 101 a 200 metros la calidad es del aire es Buena con i15. La población en su mayoría percibe que la calidad de aire en zonas aledañas a los centros de producción de carbón vegetal es mala en áreas de 0 a 100 metros, regular en áreas de 101 a 300 metros, regular de 301 a 500 metros y buena de 500 a más alejados de la zona de producción de carbón. [20/06/2022 08:43 am]

En la ciudad de lima se realizó el modelamiento y evaluación de la calidad de aire, mediante la metodología de análisis de Grey Clustering como resultado se determinó que la mayoría de distritos presentaban problemas muy graves de contaminación del aire. (Delgado Villanueva and Loayza 2020)

En el contexto local se realizó el estudio de calidad de aire, en los distritos de Yarinacocha, Calleria, y Manantay, a través de una comparación en prospectiva para el año 2027. Los resultados mostraron, que el total de emisiones producidas por diferentes actividades económicas, deteriorarían la calidad del aire en el área de estudio, y se generarían problemas ambientales como smog y ozono troposférico, las

que su vez afectan directamente a la salud humana. La concentración de niveles elevados que se puede encontrar del material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), del monóxido de carbono (CO) dióxido de azufre (SO_2) y sulfuro de hidrogeno (H_2S) en el medio generados por la actividad industrial genera impactos negativos en los seres vivos y el ambiente, la contaminación del **aire en el Perú** se genera debido al desarrollo de **actividades** industriales (como la **actividad** pesquera o minera) y por el deficiente parque automotor; es importante realizar estudios que determinen la concentración de dichos contaminantes atmosféricos en nuestra región con el fin de tomar medidas de corrección y anticipación ante la actual problemática para el desarrollo y el bien común de nuestra región. Teniendo en cuenta lo expuesto se plantea el siguiente problema a investigar. (Miranda Montero, 2016).

Problema General

¿Cuál es la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y Gases SO_2 , CO y H_2S ; en la calidad del aire, en la Planta Concretera Selva Mix, Planta Ladrillera Fortaleza y Planta Cervecería San Juan Distritos de Calleria y Manantay? “Sobre este tema sugiero un acuerdo entre los tres jurados, dos de los jurados sugieren concentración y usted calidad del aire”

Problemas específicos:

- ¿Cuál es la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S en la Planta Concretera Selva Mix?
- ¿Cuál es la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S en la Planta Ladrillera Fortaleza?

- ¿Cuál es la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S en la Planta de la Cervecería San Juan?
- ¿Cuáles son las diferencias de concentración de Material Particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S entre los diferentes puntos de investigación Planta Concretera Selva Mix, Planta Ladrillera Fortaleza y Planta de la Cervecería San Juan?

II. JUSTIFICACION

La investigación se justifica debido a que la emisión de partículas contaminantes al aire no ha sido bien estudiada respecto a su dinámica, pues la determinación de los niveles de material particulado en la atmósfera es uno de los 4 parámetros fundamentales en el control de la calidad del aire, como consecuencia de sus efectos nocivos sobre la salud, el clima y los ecosistemas (Rojano et al; Oyarzún, 2010).

(Rios, 2022) “Evaluación de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) en el centro urbano de la Provincia de Coronel Portillo – Region Ucayali” Se concluye que los niveles de Monóxido de Carbono en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali, son promediados de 5170.76 ug/m^3 con una máxima de 16500 ug/m^3 y un mínimo de 980 ug/m^3 . Los niveles de Sulfuro de Hidrogeno en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali, son promediados de 0.1 ug/m^3 con una máxima de 3.88 ug/m^3 y un mínimo de 0 ug/m^3 . La precipitación afecta en gran magnitud la dispersión del Monóxido de Carbono y Sulfuro de

Hidrogeno, así mismo la velocidad del viento afecta en la distancia horizontal de la dispersión de los gases en la ciudad de Pucallpa.

La presente investigación es relevante, ya que se ha incrementado la afluencia de vehículos de uso público y particulares, así como el de las fábricas asimismo otras diferentes actividades que realiza el hombre, en los alrededores de las empresas Planta Concretera Selva Mix, Ladrillera Ucayali S.R.L y Planta de la Cervecería San Juan, existen viviendas cuyos residentes están expuestos a las emisiones procedentes de dichas actividades industriales y de fuentes de emisiones móviles, convirtiéndose en todo momento del día una fuente de contaminación de material particulado y emisión de gases. Siendo las partículas PM_{10} ; $PM_{2.5}$; SO_2 ; H_2S y CO agentes de gran impacto sobre el ambiente y la salud de los pobladores es necesario determinar sus concentraciones y ver procesos que permitan disminuir la concentración de los mismos en el aire de la Planta Concretera Selva Mix, Ladrillera Ucayali S.R.L y Planta de la Cervecería San Juan.

Teniendo en cuenta lo expresado, este proyecto busca evaluar la concentración de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ y de gases SO_2 ; H_2S y CO , para así tener argumentos con base científica que justifiquen la asignación en los Planes de Desarrollo Urbano y de esta forma mejorar el bienestar de la población, la cual al enfermarse menos podrá incrementar su calidad de vida.

III. HIPOTESIS

Hipótesis General

La concentración de material particulado producidos por la Planta Concretera Selva Mix, Planta Ladrillera Fortaleza y Planta Cervecera San Juan como: PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de Gases SO_2 , CO y H_2S ; afectan significativamente en la calidad del aire, en el Distritos de Calleria y Manantay

Hipótesis Específicos:

- Concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S producidas por Planta Concretera Selva Mix influyen negativamente en la calidad del aire
- Concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S producidas por la Planta Ladrillera Fortaleza influyen negativamente en la calidad del aire
- Concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S producidas por la Planta de la Cervecera San Juan influyen negativamente en la calidad del aire

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de Gases SO_2 , CO y H_2S ; en la calidad del aire, en la Planta Concretera Selva Mix, Planta Ladrillera Fortaleza y Planta Cervecera San Juan Distritos de Calleria y Manantay.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases como SO_2 , CO y H_2S en la Planta Concretera Selva Mix
- ✓ Determinar la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases como SO_2 , CO y H_2S en la planta Ladrillera fortaleza
- ✓ Determinar la concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases como SO_2 , CO y H_2S en la Planta de la Cervecera San Juan.

- ✓ Analizar las diferencias de concentración de Material Particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases como SO_2 , CO y H_2S entre los diferentes puntos de investigación Planta Concretera Selva Mix, planta Ladrillera fortaleza y Planta de la Cervecería San Juan

V. ANTECEDENTES

Según (Sampieri, 2018) los antecedentes es “Un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. Nos ayuda a documentar cómo nuestra investigación agrega valor a la literatura existente”

Se estima que la contaminación del aire contribuye a 7 millones de muertes prematuras cada año y es considerado por las Naciones Unidas como el mayor riesgo para la salud ambiental. Mientras que Nueva Delhi fue nuevamente la capital con el aire más sucio, en décimo lugar, la ciudad de negocios vecina Gurugram, que en 2016 cambió su nombre de Gurgaon, tomó el primer lugar, puesto no muy codiciado. Las ciudades de China, Pakistán y Bangladesh también se ubicaron entre las 30 primeras. (Martín León Francisco 2019)

(Pérez and Molina 2017) realizaron el conteo de partículas por unidad de volumen de aire, un análisis de la concentración de $PM_{2.5}$ y PM_{10} , y el registro de variables meteorológicas en la zona ladrillera de la comunidad Yerbabuena; Guanajuato, ubicada en México. Dichas actividades se realizaron cada tercer día por la mañana y por la noche, en tres puntos previamente seleccionados y en el edificio de la Unidad Belén, zona Centro de la ciudad. Los resultados muestran que la cantidad y concentración de las partículas registradas en la Unidad Belén son siempre menores a las registradas en la zona ladrillera. La concentración ($57 \mu g/m^3$) del análisis puntual de $PM_{2.5}$ registrada en la zona ladrillera el día sábado rebasa el límite máximo permisible establecido en la NOM-025-SSA1-2014 para un promedio de 24 horas.

Otro estudio realizado en la ciudad de Lima, incluyó el monitoreo de la calidad del aire en ocho estaciones situadas en diferentes distritos de Lima y Callao en el año 2000. El monitoreo de la calidad del aire consistió, básicamente, en la medición de material particulado, plomo y arsénico en PM_{10} en tres estaciones

del año, a fines de verano, en invierno y primavera. Las concentraciones al final del verano fueron superiores a las del resto del año debido, principalmente, a las condiciones del tiempo. La estación de monitoreo, situada en el distrito de Comas, tuvo una concentración de PM10 de 240 mg/m³. Se halló una concentración de 1.601 de plomo en PM10 en la estación de monitoreo del Callao.(Iglesias and Gonzales 2001)

Santos (2011) concluye que los niveles o concentración del material particulado PM10 en suspensión en el medio atmosférico (aire) de la población de Segunda Jerusalén, Rioja, San Martín, Perú, se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para PM10. Las concentraciones promedio de PM10, son de 10.14 mg-m³ y 13.37 µm/m³, para las épocas de invierno verano, en cambio los estándares son 150 y 50 µg/m³ (media aritmética anual) respectivamente.

En la ciudad de Pucallpa se realizó el estudio de la evaluación de los Niveles de Monóxido de Carbono ocasionados por la festividad de San Juan en la ciudad de Pucallpa 2021. La metodología utilizada fue mediante el uso de sensores electroquímicos, tomando 2 horarios diurnos específicos (7 am a 2 pm) y noche (6 pm a 1 am) en rangos por punto de muestreo con intervalos de análisis de 5 segundos para obtener el promedio. Se analizaron 12 puntos distribuidos aleatoriamente en la ciudad de Pucallpa, evaluados durante 9 días. Los resultados indican que los niveles de Monóxido de Carbono antes de la festividad de “San Juan” fueron en promedio de 4270 mg/m³, durante un promedio de 6660 mg/m³ y luego de un promedio de 4940 mg/m³ en la ciudad de Pucallpa en el año 2021. (Reátegui Ramos et al. 2021)

VI. MARCO TEÓRICO

El aire

El aire es un elemento esencial para el desarrollo de la vida en la Tierra, sin él no podrían existir las plantas, los animales, ni los seres humanos.(Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020)

La atmósfera

La atmósfera es la capa de gas que rodea la Tierra y es retenida por la acción de la gravedad. Está compuesta de 78% de Nitrógeno y 21% de Oxígeno, también están presente otros gases y vapores, como CO₂, H₂O, O₃ (Es referencial), Ar, agua, etc. aunque en mucho menor proporción (trazas) (Cidead 2002)

Está compuesta de gases y de partículas sólidas y líquidas en suspensión atraídas por la gravedad terrestre.(Cuevas 2015)

Tabla 1.

COMPONENTES	FÓRMULA QUÍMICA	VOLUMEN % (AIRE SECO)
Nitrógeno	N ₂	78,08
Oxígeno	O ₂	20,95
Argón	Ar	0,93
Dióxido de Carbono	CO ₂	350 ppmv
Neón	Ne	18,2 ppmv
Helio	He	5,24 ppmv
Metano	CH ₄	2 ppmv
Criptón	Kr	1,1 ppmv
Hidrógeno	H ₂	0,5 ppmv
Oxido Nitroso	N ₂ O	0,3 ppmv
Xenón	Xe	0,08 ppmv
Monóxido de Carbóno	CO	0,05 - 0,2 ppmv
Ozono	O ₃	0,02 - 0,03 ppmv

*Composición media de la atmósfera seca por debajo de los 80 km
(ppm = partes por millón)*

Fuente: Cuadrat, J.M., Pita, M.F, Climatología, 2004.

Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es el resultado de una mezcla compleja de contaminantes que proceden de fuentes antrópicas y de fuentes naturales. Según la Organización Mundial de la Salud, el 23% de los fallecimientos en el mundo se debería al medio ambiente. Los contaminantes se clasifican en contaminantes en partículas y contaminantes gaseosos.(Raheison Semjen 2020)

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono, cuya fórmula química es CO, es un gas incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión deficiente de combustibles a base de carbono. También se puede encontrar en las atmósferas de las estrellas de carbono (Téllez, Rodríguez, and Fajardo 2006).

Dióxido de azufre (SO₂)

El Dióxido de azufre es un gas incoloro, irritante, con un olor penetrante que se comienza a percibir con 0,3 a 1,4 ppm y es perfectamente distinguible a partir de 3 ppm -partes por millón-. Su densidad es el doble que la del aire. No es un gas inflamable, ni explosivo y tiene mucha estabilidad, es muy soluble en agua y en contacto con ella se convierte en ácido sulfúrico. Consiste en un átomo de azufre y dos de oxígeno.(Instituto para la Salud Geoambiental 2013a)

Sulfuro de hidrógeno (H₂S)

El ácido sulfhídrico se encuentra naturalmente en el petróleo crudo, gas natural, gases volcánicos y manantiales de aguas termales.(EcuRed 2019)

Material Particulado PM₁₀

Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados, entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín) (SUÁREZ 2012).

Material particulado

Se denomina material particulado a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire.

El material particulado forma parte de la contaminación del aire.(Instituto para la Salud Geoambiental 2013b)

Material Particulado PM2.5

Son partículas muy pequeñas en el aire que tiene un diámetro de 2.5 micrómetros (aproximadamente 1 diezmilésimo de pulgada) o menos de diámetro. Estas partículas pueden provenir de los automóviles, camiones, fábricas, quema de madera y otras actividades(Ordoñez and Sánchez 2017).

Calentamiento global:

El calentamiento global es el aumento a largo plazo de la temperatura media del sistema climático de la Tierra. (Caballero, Lozano, and Ortega 2007)

El calentamiento global es una de las amenazas más serias para las naciones sudamericanas.(PATERSON 2017)

Tabla 2.
Estándares para calidad del aire.

Parámetros	Periodo	Valor (ug/m3)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM2,5)	24 horas	50	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría) o método equivalente aprobado
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	No exceder más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría) o método equivalente aprobado
	Anual	50	Media aritmética anual	

Fuente: MINAM

Índice de Calidad Ambiental (INCA)

El INCA se divide en 4 categorías o calificaciones de la calidad del aire, la cuarta banda nos indica que la calidad de aire es mayor al umbral del estado de cuidado (VUEC) a partir de este valor corresponde la aplicación de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales por parte de la autoridad de Salud (MINAM 2016).

En las Tablas 3, 4 y 5 se señalan la clasificación y los cálculos para el INCA de los contaminantes referentes a este estudio.

Tabla 3.

Clasificación de valores INCA

Calificación	Valores INCA	Colores
Bueno	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101-VUEC*	Anaranjado
VUEC*	>VUEC*	Rojo

Fuente: MINAM (2016)

Tabla 4.

Calculo INCA para Material particulado (PM10) promedio 24 horas

Material particulado (PM10) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (ug/m ³)	Ecuación
0-50	0-75	$I(PM10) = ([PM10] * 100) / 150$
51-100	76-150	
101-167	151-250	
>167	>250	

Fuente: MINAM (2016)

Tabla 5.

Calculo INCA para Material particulado (PM2.5) promedio 24 horas

Material particulado (PM2.5) promedio 24 horas
--

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (ug/m ³)	Ecuación
0-50	0-12.5	$I(\text{PM}_{2.5}) = ([\text{PM}_{2.5}] * 100) / 25$
51-100	12.6-25	
101-500	25.1-125	
>500	>125	

Fuente: MINAM (2016)

Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada. (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2019)

VII. METODOLOGIA

7.1.Lugar de estudio.

El siguiente proyecto de tesis se realizará en los distritos de Callería y Yarinacocha, provincia de coronel Portillo, departamento de Ucayali. La zona de estudio presenta un crecimiento acelerado urbanístico e industrial por ello es importante conocer la calidad de aire ya que representa un riesgo medioambiental para la salud.

- ✓ Cervecería San Juan S.A, ubicada Carretera Federico Basadre Km. 13 – distrito de Yarinacocha Pucallpa – Ucayali
- ✓ Planta concretera Selva Mix, ubicada en Carretera Federico Basadre Km.11.4 distrito de Yarinacocha Pucallpa – Ucayali

- ✓ Planta Ladrillera Fortaleza, ubicada en el Distrito de Manantay, Pucallpa
– Ucayali

7.2. Población y tamaño de muestra

✓ Población.

La población estará representada por los Distritos de Callería y Yarinacocha en donde se encuentran las empresas dedicadas a actividades industriales.

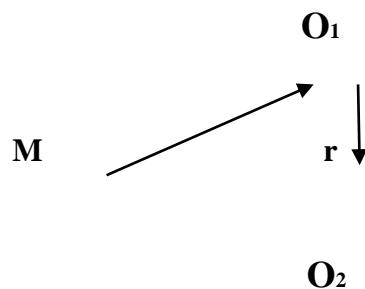
✓ Muestra.

La muestra será de tipo no probabilística y estará representada por lugares donde la dirección y velocidad del viento hacen confluir los contaminantes emitidos por las empresas **Planta Concretera Selva Mix, Ladrillera Ucayali S.R.L. y Planta de la Cervecería San Juan.**

7.3. Método de investigación; materiales, equipos; variables a ser analizadas, prueba estadística:

El tipo o método de investigación es descriptiva y correlacional, no experimental, es descriptiva por que describe los datos estadísticos recolectados, correlacional por que tiene como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables, miden cada una de ellas y después, cuantifican y analizan la vinculación. No experimental, porque no se manipularán variables. Sampieri (2018).

a) Diseño de la investigación correlacional. El diseño de la investigación es descriptivo-correlacional



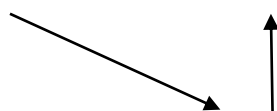
DONDE

M= MUESTRA

O1= OBSERVACION DE LA V.1.

O2 = OBSERVACION DE LA V.2.

r = CORRELACIÓN ENTRE DICHAS VARIABLES.



b) Materiales y Equipos

- Útiles de escritorio
- Laptop
- GPS
- Equipo HANDHELD 3016 iaq
- Equipos de protección personal y de bioseguridad
- Tablero de campo
- Cámara digital

c) Variables y operacionalización de las variables

✓ **Variable independiente:** Concentración de material particulado PM_{10} , $PM_{2.5}$, y de gases SO_2 , CO y H_2S

✓ **Variable Dependiente:** Calidad del aire

Operacionalización de las variables:

Tabla 6.

Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variables Independientes		
Concentración Material Particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} ; y de gases SO ₂ ; H ₂ S y CO	PM ₁₀	Microgramos/metro cubico (ug/m ³)
	PM _{2.5}	
	SO ₂	
	H ₂ S	
	CO	
Variables Dependientes		
Calidad del aire	Microgramos/metro cubico (ug/m ³)	Supera No supera

Fuente: Elaboración propia

d) Prueba estadística.

Para el tratamiento de datos o análisis estadístico, se realizará a través de la estadística no paramétrica (Siegel, 1985). Con los datos de Material Particulado PM₁₀, y PM_{2.5}; y de gases SO₂; H₂S y CO obtenidos y los valores de los registros meteorológicos, se aplicará en primer lugar el test de coeficiente de correlación lineal de Spearman, para comprobar si existe o no una relación entre ambas variables. El análisis estadístico se realizará mediante el programa informático SPSS 17,0 para Windows (Morales et al., 2004).

Para coeficiente de correlación lineal se mide el grado de intensidad de esta posible relación entre las variables. Si se representan en un diagrama de dispersión los valores que toman dos variables, el coeficiente de correlación lineal señalará lo bien o lo mal que el conjunto de puntos representados se aproxima a una recta Disponible en Excel usando el software estadístico SPSS 17,0. Se utiliza este módulo para medir y probar la correlación lineal entre variables cuantitativas.

7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos

Tabla 7.

Procedimientos de recolección de datos por objetivo específico.

Nº	OBJETIVOS ESPECIFICOS	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS
1	Determinar la concentración de material particulado PM ₁₀ , PM _{2.5} , y de gases SO ₂ , CO y H ₂ S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha	Para medir el material particulado (PM ₁₀ ; PM _{2.5} ; y de gases SO ₂ ; H ₂ S y CO) se ubicarán en lugares estratégicos, el equipo contador de partículas en suspensión (HANDHELD 3016 AQ) se encarga de monitorear en tiempo real la calidad de aire y el módulo Aeroqual, que se utilizará para el muestreo.
2	Comparar la concentración de material particulado PM ₁₀ , PM _{2.5} , y de gases SO ₂ , CO y H ₂ S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha con los Estándares de Calidad Ambiental para aire.	Se realizará la comparación a través del Índice de Calidad del aire INCA y el Estándar de calidad Ambiental para aire (ECA)

3	Determinar las concentraciones más altas y bajas de material particulado PM ₁₀ , PM _{2.5} , y de gases SO ₂ , CO y H ₂ S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha.	Se realizará mediante pruebas estadísticas no paramétrica Con los datos de Material Particulado PM ₁₀ , y PM _{2.5} ; y de gases SO ₂ ; H ₂ S y CO obtenidos y los valores de los registros meteorológicos, se aplicará en primer lugar el test de coeficiente de correlación lineal de Spearman, para comprobar si existe o no una relación entre ambas variables. El análisis estadístico se realizará mediante el programa informático SPSS 17,0 para Windows
---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Los puntos de monitoreo, selección y la ubicación de los equipos para medir el material particulado (PM₁₀; PM_{2.5}; y de gases SO₂; H₂S y CO) se ubicarán en lugares estratégicos, el equipo (HANDHELD 3016 AQ) se encarga de monitorear en tiempo real la calidad de aire. El Aeroqual es un equipo o modulo que utiliza un láser y un sensor óptico para medir la luz dispersada que pasan a través del rayo láser, para medir contaminantes gaseosos. Estos equipos nos brindarán información para evaluar el comportamiento de la calidad del aire, del área de investigación Se preparará el contador de partículas en suspensión HANDHELD 3016 IAQ y el módulo Aeroqual, que se utilizará para el muestreo de manera correcta con el fin de respetar a detalle la metodología del Protocolo Nacional de Calidad Ambiental de Aire, criterios o normas a respetar, además, las muestras de investigación, se tomarán teniendo en cuenta las diferencias geológicas, climatológicas, atmosféricas, y en las fuentes de emisión de contaminantes, que influyen en la distribución de tamaños de las partículas en cada sitio de monitoreo:

- El equipo de muestreo estará ubicado a 3m de altura.
- Estas muestras se tomarán por 24 horas continuas con intervalos de 60 minutos, y serán tomadas en cuatro puntos por zona de monitoreo durante 21 días, de acuerdo a la velocidad del viento.

- La distancia horizontal con respecto a obstáculos más altos que el equipo de monitoreo debe estar mayor o igual a 2.5 veces la diferencia de las alturas (altura del obstáculo – altura de la entrada de la muestra), considerando obstáculos a cualquier barrera física como paredes, edificaciones, árboles, entre otros.
- La distancia horizontal respecto a fuentes de emisiones cercanas debe estar mayor o igual a 20m, o desde los linderos hacia el exterior, en el caso de actividades extractivas, productivas o de servicios ubicadas en zonas urbanas.
- Las restricciones de flujo de aire hacia la estación de monitoreo: la estación de monitoreo debe estar ubicada de tal manera que los obstáculos no eviten el ingreso de flujo de aire en al menos 3 de los 4 cuadrantes (norte, oeste, este y sur).
- Los equipos de monitoreo serán instalados de manera correcta asegurándose que la ubicación de la estación no afecte el desempeño del monitoreo., Protocolo Nacional de Calidad de Aire (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2019).

Tabla 8.

Puntos de monitoreo y distancia en relación a la Ciudad de Pucallpa.

N°	Punto de monitoreo	Zonas de monitoreo	Distancia para muestreo de acuerdo a la velocidad del viento
1	Planta Concretera Selva Mix	Zona 1 ^a	0 m
		Zona 2 ^a	20 m
		Zona 3 ^a	50 m
		Zona 4 ^a	100 m
	Ladrillera Ucayali S.R. L	Zona 1B	0 m

2		Zona 2B	20 m
		Zona 3B	50 m
		Zona 4B	100 m
3	Planta de la Cervecería San Juan	Zona 1C	0 m
		Zona 2C	20 m
		Zona 3C	50 m
		Zona 4C	100 m

Fuente: Elaboración propia

Las zonas de estudio son principalmente con mucha actividad industrial, se realizará el monitoreo de las variables meteorológicas como velocidad y dirección del viento superficial, humedad relativa del aire, presión atmosférica, temperatura del aire, y precipitación, su conocimiento nos permite interpretar la evolución diaria y anual de la concentración media de partículas en la atmósfera.

Se utilizará el formato para la cuantificación de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y de gases SO₂, H₂S y CO obtenidos previamente por el equipo **HANDHELD 3016 IAQ**.

Equipo **HANDHELD 3016 IAQ**, para la medición de parámetros de la calidad del aire (PM₁₀ y PM_{2.5}) y de gases SO₂, H₂S y CO.

Tabla 09.

Concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5} y de gases SO₂; H₂S y CO.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)	Gases SO ₂ (µg/m³)	Gases H ₂ S (µg/m³)	Gases CO (µg/m³)
		Norte	Este							
07:00 a.m	Planta Concretera Selva Mix Planta Ladrillera Fortaleza y Planta de la Cervecería San Juan									
08:00 a.m										
09:00 a.m										
10:00 a.m										
11:00 a.m										
12:00 p.m										
01:00 p.m										
02:00 p.m										
03:00 p.m										
04:00 p.m										
05:00 p.m										
06:00 p.m										

PROMEDIO					
-----------------	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 09. *Cronograma de Actividades*

ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3 y 4				Mes 5 y 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación de las técnicas e instrumentos																
Recolección de datos de campo																
Procesamiento de datos																
Análisis e interpretación de los resultados																
Elaboración del informe Final																
Sustentación de tesis																

IX. PRESUPUESTO

El presupuesto de la ejecución de la tesis es por un monto de S/ 4,233.00 soles, el mismo que será financiado con cargo a los tesistas.

Tabla 10. *Presupuesto para la ejecución de la tesis.*

PRESUPUESTO					
DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL S/.
Papel bond Tamaño A4	Millar	4	26	104	454.00
Lápices	Cajas	2	9	18	
Tableros de campo	Unidad	5	8	40	
Libretas de campo	Unidad	5	10	50	
Sobres de manila	Ciento	100	0.5	50	
Fástenes	Caja	1	10	10	

Resaltadores	Unidad	5	4	20	
Correctores	Unidad	2	5	10	
Goma en barra	Unidad	2	4	8	
Cintas adhesivas	Unidad	2	3	6	
Micas	Paquete	3	8	24	
Tinta para impresora	Unidad	3	38	114	
Alimentación para 2 personas	Raciones	50	8	400	400.00
Alquiler de energía eléctrica	Veces	21	20	420	494.00
Cinta aislante tipo 3M	Unidades	2	12	24	
Cable vulcanizado de 30 metros	m	20	2.5	50	
Pilas batería para-GPS, equipos para la toma de muestras de material particulado y de gases	Alquiler	1	1	1	525.00
Servicio de apoyo en la recolección de datos	Mes	2	500	1000	2360.00
Servicio de apoyo en la digitación de datos	Mes	1	500	500	
Servicio fotocopiado e impresiones	Global	1	300	300	
Servicio de encuadernado y empastado	Unidad	8	70	560	
Movilidad Local	Global				500.00
TOTAL S/.					4733.00

X. BIBLIOGRAFÍA

Caballero, Margarita, Socorro Lozano, And Beatriz Ortega. 2007. “Efecto Invernadero, Calentamiento Global Y Cambio Climático: Una Perspectiva Desde Las Ciencias De La Tierra.” *Revista Digital Universitaria*, 2007. <https://doi.org/10.1016/J.Apgeochem.2006.04.002>.

Cidead. 2002. “La Atmósfera Terrestre.” *Cide@D*, No. Chapter 2.

Comisión Nacional De Áreas Naturales Protegidas. 2020. “El Aire: Elemento De Vida En La Tierra.” Gobierno De México. 2020.

Cuevas, Ana Lilia. 2015. “La Atmósfera, Sus Capas Y Propiedades.” *Dirección De Educación Media Superior* 1 (1).

De, Sección, Posgrado De, L A Facultad, D E Ecología, And Programa De Maestría. 2011. “Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto Escuela De Posgrado.”

- Delgado Villanueva, Alexi, And Andres Aguirre Loayza. 2020. "Modelamiento Y Evaluación Del Nivel De Calidad Del Aire Mediante El Análisis De Grey Clustering, Estudio De Caso Lima Metropolitana." *Tecnia* 30 (1). <https://doi.org/10.21754/Tecnia.V30i1.588>.
- Ecured. 2019. "Sulfuro De Hidrógeno - Ecured." Ecured. 2019.
- Greenpeace Y Iqair. 2020. "World's Most Polluted Cities In 2020 - Pm2.5 Ranking | Airvisual." Iqair. 2020.
- Iglesias, Silvia, And Mario Gonzales. 2001. "Situación De La Contaminación Atmosférica En Lima Metropolitana Y Callao." *Revista Del Instituto De Investigaciones De La Facultad, Minas, Metalurgia Y Ciencias Geográficas* 4 (7).
- Instituto Para La Salud Geoambiental. 2013a. "El Dióxido De Azufre So₂." Instituto Para La Salud Geoambiental. 2013.
- Instituto. 2013b. "Material Particulado | Instituto Para La Salud Geoambiental." N°7.
- Martín León Francisco. 2019. "¿Cuáles Son Los Países Y Las Ciudades Más Contaminadas Del Mundo?" Marzo. 2019.
- Minam. 2016. "Resolución Ministerial N°181-2016-Minam. Índice De Calidad Del Aire." *Minam*, 1–6.
- Miranda, Edwin, And Liz Arriaga. 2016. "Evaluación Del Nivel De Concentración De Metales Pesados En El Aire, En Los Distritos De Callería, Yarinacocha Y Manantay, Provincia De Coronel Portillo – Ucayali – Pucallpa – Perú." *Ciencia Y Desarrollo* 19 (2). <https://doi.org/10.21503/Cyd.V19i2.1299>.
- Ordoñez, Carol, And Odón Sánchez. 2017. "Caracterización Química - Morfológica Del Pm_{2,5} En Lima Metropolitana Mediante Microscopía Electrónica De Barrido (Meb)." *Acta Nova* 8: 397–420.
- Paterson, Patrick. 2017. "Calentamiento Global Y Cambio Climático En Sudamérica." *Revista Política Y Estrategia*, No. 130. <https://doi.org/10.26797/Rpye.V0i130.133>.
- Pérez, Alma Rosa González, And Adrián Zamorategui Molina. 2017. "Determinación De La Concentración De Material Particulado Atmosférico (Pm_{2.5}) En La Zona Ladrillera De La Comunidad De Yerbabuena; Gto." *Jóvenes En La Ciencia* 2 (1): 216–20. <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1034/669>.
- Raherison Semjen, C. 2020. "Contaminación Atmosférica Y Medioambiental Y Patología Respiratoria." *Emc - Tratado De Medicina* 24 (3). [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(20\)44024-3](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(20)44024-3).
- Reátegui Ramos, Paul Kevin, Isabel Esteban Robladillo, Dina Pari Quispe, Jenny Paola Zeña Rubio, Pablo César Caruzo Sangama, And Susy Bernal Apaestegui. 2021. "Niveles De

Monóxido De Carbono Causado Por La Festividad De 'San Juan' En La Ciudad De Pucallpa 2021.” *Revista Investigación Universitaria* 11 (2). <https://doi.org/10.53470/Riu.V11i2.67>.

Suárez, César Augusto Arciniégas. 2012. “Diagnóstico Y Control De Material Particulado: Partículas Suspendidas Totales Y Fracción Respirable Pm10.” *Luna Azul*, No. 34. <https://doi.org/10.17151/Luaz.2012.34.12>.

Téllez, Jairo, Alba Rodríguez, And Álvaro Fajardo. 2006. “Carbon Monoxide Contamination: An Environmental Health Problem.” *Revista De Salud Publica*, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642006000100010>.

XI. ANEXO

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DE TRES EMPRESAS INDUSTRIALES DE PUCALLPA – 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> PM 10 PM 2.5 SO2 H2S CO 	ug/m ³ ug/m ³ ug/m ³ ug/m ³
¿Cuál es la calidad del aire en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha?	Evaluar la calidad del aire en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha	La calidad del aire en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha se ve afectada por la concentración de material particulado PM ₁₀ , PM _{2.5} , y de gases SO ₂ , CO y H ₂ S.	Concentración de Material Particulado PM ₁₀ y PM _{2.5} y de gases SO ₂ ; H ₂ S y CO		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE	ECA aire	Supera No supera
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la concentración de material particulado PM₁₀, PM_{2.5} y de gases SO₂, CO y H₂S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha? ¿La concentración de material particulado PM₁₀, PM_{2.5} y de gases SO₂, CO y H₂S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire? ¿Cuáles son las concentraciones altas y bajas de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la concentración de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha. Comparar la concentración de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S del ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha con los Estándares de Calidad Ambiental para aire. Determinar las concentraciones altas y bajas de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Yarinacocha. 	<ul style="list-style-type: none"> Hay presencia de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S en el ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Manantay. La concentración de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S del ámbito de influencia de las actividades industriales de los distritos de Callería y Manantay superan los estándares de calidad ambiental para aire. Las concentraciones altas y bajas de material particulado PM₁₀, PM_{2.5}, y de gases SO₂, CO y H₂S son influenciadas por las variables meteorológicas. 	Calidad del aire		

Gracias por las observaciones. Por otro lado sugiero en la sustentación del proyecto levantar las demás observaciones en coordinación con los demás jurados, agradeciendo de antemano a mi solicitud