

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE  
CARBONO (CO) Y SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) EN EL  
CENTRO URBANO DE LA PROVINCIA DE CORONEL  
PORTILLO - REGIÓN UCAYALI.**

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

**MELISSA MIRLEY LAY LUNA**

**PERCY JOEL RIOS RODRIGUEZ**

**PUCALLPA – PERÚ**

**2021**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

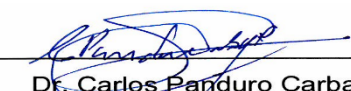


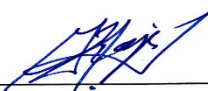
## ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°129/2021-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 10:00 a.m. del viernes 24 de setiembre del 2021, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma virtual, mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que estuvo designados con Memo Múltiple N°129-2021-UNU-FCFyA, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Carlos Panduro Carbajal	Presidente
Ing. M.Sc. Gladys Elena Rojas Guitiérrez	Miembro
Ing. M.Sc. Julian Roberto Pérez Vigilio	Miembro

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **“EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) EN EL CENTRO URBANO DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – REGIÓN UCAYALI”**, presentado por los Bachilleres: **LAY LUNA, MELISSA** y **RIOS RODRIGUEZ, PERCY JOEL**, asesorado por el **Dr. DAVID LEÓN MORENO**. Habiendo finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes, en consecuencia, la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**. Siendo las 12:30 p.m. horas del mismo día se da por finalizado la sustentación de tesis, firmando los miembros en señal de conformidad.

  
Dr. Carlos Panduro Carbajal


  
Ing. M.Sc. Gladys Elena Rojas Guitiérrez

  
Ing. M.Sc. Julián Roberto Pérez Vigilio

## ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Carlos Panduro Carbajal



---

Presidente

Ing. M.Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez



---

Miembro

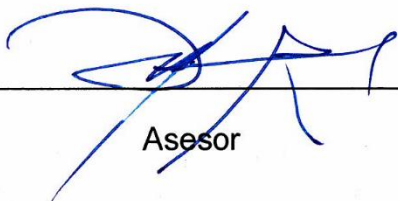
Ing. M.Sc Julian Robert Pérez Vigilio



---

Miembro

Dr. David León Moreno



---

Asesor

Bach. Melissa Mirley Lay Luna



---

Tesista

Bach. Percy Joel Rios Rodriguez



---

Tesista



# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**N°0304-2021**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

**"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) EN EL CENTRO URBANO DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO- REGIÓN UCAYALI".**

Cuyo(s) autor (es) : LAY LUNA MELISSA MIRLEY  
RIOS RODRIGUES PERCY JOEL

Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES  
Escuela Profesional : INGENIERÍA AMBIENTAL  
Asesor(a) : Dr. LEON MORENO DAVID

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 3%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

**Fecha: 11/08/2021**



Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON  
Dirección de Producción Intelectual



# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

## REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, MELISSA HIRLEY LAY LUNA

Autor de la TESIS titulada:

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) EN EL CENTRO URBANO DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - REGIÓN UCAYALI.

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: Dr. DAVID LEÓN MORENO

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Carrera Profesional de: INGENIERÍA AMBIENTAL

### Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 24 / 09 / 2021

Email: melissalay07@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 929774814

DNI: 71340467

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

## REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, PERCY JOEL RIOS RODRIGUEZ

Autor de la TESIS titulada:

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y  
SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) EN EL CENTRO URBANO DE LA  
PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - REGIÓN UCAYALI.

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: Dr. DAVID LEÓN MORENO

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Carrera Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL

### Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 24 / 09 / 2021

Email: pjriosr14@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 938174817

DNI: 72732317

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, sus consejos y su paciencia que me brindan a diario, gracias a ello me fortalece como persona que soy en la actualidad motivándome siempre para cumplir mis metas.

**RIOS RODRIGUEZ PERCY JOEL**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres ORTENCIA LUNA MACEDO y JOE PAREDES CACHIQUE, a mi hermano DIOGENES PAREDES LUNA, a mi hijo XAVIER ALEXIS CAIRUNA LAY que están conmigo en las buenas y en las malas brindándome su apoyo incondicional.

**LAY LUNA MELISSA MIRLEY**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por habernos permitido concluir con una etapa más de nuestras vidas, a nuestras familias por estar siempre a nuestros lados y a todos los docentes que nos brindaron sus conocimientos y enseñanzas constituyendo nuestra base profesional y a nuestro Asesor por guiarnos en la elaboración de nuestra tesis.



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES .....	5
2.2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA.....	8
2.1.1. Contaminación de aire .....	8
2.1.2. Estándares de calidad ambiental para aire .....	8
2.1.3. Parámetros de calidad de aire .....	10
2.1.3.1. Monóxido de carbono.....	10
2.1.3.2. Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S).....	10
2.1.4. Fuentes móviles de contaminación atmosférica .....	11
2.1.5. Formación de contaminantes en los vehículos .....	11
2.1.6. Reacciones químicas de la combustión .....	12
2.1.7. Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos .....	13
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	15
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	17

2.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	17
2.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	18
2.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN .....	44
5.1 CONCLUSIONES .....	44
5.2 RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
ANEXOS .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Mapa de grillas de punto de muestreo.....	18
<b>Figura 2.</b> Modelo de análisis de gases .....	20
<b>Figura 3.</b> Ilustración del modelo semivarianza gaussiana .....	22
<b>Figura 4.</b> Velocidad promedio del viento en la ciudad de Pucallpa.....	25
<b>Figura 5.</b> Dirección de viento promedio en la ciudad de Pucallpa .....	25
<b>Figura 6.</b> Temperatura de monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa	26
<b>Figura 7.</b> Humedad del monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa	27
<b>Figura 8.</b> Precipitación del monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa	28
<b>Figura 9.</b> Dirección y velocidad del viento del monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el Aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa .....	29
<b>Figura 10.</b> Incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono (CO) en el centro de la ciudad de Pucallpa .....	30
<b>Figura 11.</b> Incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S).....	32
<b>Figura 12.</b> Zona según la actividad y los niveles de los gases de Monóxido de Carbono en el centro de la ciudad de Pucallpa .....	34
<b>Figura 13.</b> Zonas según la actividad y los niveles de los gases de Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa .....	36
<b>Figura 14.</b> Niveles de Monóxido de Carbono (CO) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali .....	38
<b>Figura 15.</b> Histograma de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali.....	39

<b>Figura 16.</b> Niveles de Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali .....	40
<b>Figura 17.</b> Histograma de los niveles de Sulfuro de Hidrógeno en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali.....	41
<b>Figura 18.</b> Monitoreo de aire en la C.F.B. Km 8.200 / Km. 3.300 (Mercado Micaela centro .....	55
<b>Figura 19.</b> Monitoreo de aire en el C.F.B Km.13.100 / Km.10.400 .....	55
<b>Figura 20.</b> Monitoreo de aire en la Av. Tupac Amaru / Mercado minorista del Km.6 .....	56
<b>Figura 21.</b> Monitoreo de aire Av. Andalucía / Jr. San alejando espaldas de electro Ucayali .....	56
<b>Figura 22.</b> Monitoreo de aire final de la Av. 2 de Mayo / Av. Play wood.....	57
<b>Figura 23.</b> Monitoreo de aire Av. Yarinacocha / Pista a San José.....	57
<b>Figura 24.</b> Monitoreo de aire Jr. Lobo Caño / Av. Separador ecológico últimas cuabras .....	58
<b>Figura 25.</b> Monitoreo de aire Av. Túpac Amaru / Av. La Florida .....	58
<b>Figura 26.</b> Monitoreo de aire Av. Perú / Jr. Miguel Grau .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Estándares de calidad ambiental para aire .....	9
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de calidad de aire .....	10
<b>Tabla 3.</b> Matriz de recolección de datos para su procesamiento estadístico ...	23
<b>Tabla 4.</b> Datos históricos meteorológicos de la ciudad de Pucallpa.....	24
<b>Tabla 5.</b> Correlación de Pearson del tránsito vehicular y las concentraciones del gas de Monóxido de Carbono en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa	31
<b>Tabla 6.</b> Correlación de Pearson del tránsito vehicular y las concentraciones del gas de Sulfuro de Hidrógeno en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa	33



## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la Provincia de Coronel Portillo - Región Ucayali. La metodología utilizada para el análisis de gases por sensores electroquímicos y para la elaboración de los mapas se usó el método de interpolación geoestadística Kriging con funciones de semivariograma gaussiana. Se analizaron 94 puntos distribuidos en la ciudad de Pucallpa. Como resultados se puede afirmar que existe una correlación positiva considerable con un valor de  $R^2 = 0.567$ , con una línea de tendencia ascendente donde a mayor tránsito vehicular, mayor la concentración de Monóxido de Carbono en el centro urbano y existe una correlación débil con un valor de  $R^2 = 0.1131$ , con una línea de tendencia ascendente leve, donde a mayor tránsito vehicular mayor la concentración de Sulfuro de Hidrógeno en el centro urbano. Se concluye que los niveles de Monóxido de Carbono en el centro urbano de la Provincia de Coronel Portillo - Región Ucayali, son en promedio de 1798.22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con una máxima de 7120.00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un mínimo de 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y los niveles de Sulfuro de Hidrógeno son en promedios de 22.70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con una máxima de 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un mínimo de  $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Palabras claves:** Monóxido de Carbono, Sulfuro de Hidrógeno, Tránsito vehicular.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the levels of Carbon Monoxide (CO) and Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) in the urban center of the province of Coronel Portillo - Ucayali Region. The methodology used for the analysis of gases by electrochemical sensors and for the elaboration of the maps was used the geostatistical interpolation method Kriging with Gaussian semi-variogram functions 94 points distributed in the city of Pucallpa were analyzed. As results, it can be stated that there is a considerable positive correlation with a value of  $R^2 = 0.567$ , with an upward trend line where the greater the vehicular traffic, the higher the concentration of Carbon Monoxide in the urban center and there is a weak correlation with a value of  $R^2 = 0.1131$ , with a slight upward trend line, where the greater the vehicular traffic, the greater the concentration of Hydrogen Sulfide in the urban center. It is concluded that the levels of Carbon Monoxide in the urban center of the province of Coronel Portillo - Ucayali Region, are on average 1798.22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  with a maximum of 7120.00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and a minimum of 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and the levels Hydrogen Sulfide are averaged 22.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  with a maximum of 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and a minimum of  $>1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Keywords:** Carbon Monoxide, Hydrogen Sulfide, vehicular traffic.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis busca evaluar de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la Provincia de Coronel Portillo - Región Ucayali; estos gases tienen una gran importancia en la presencia de contaminantes atmosféricos.

La importancia del proyecto está en la deficiencia de información en la Región de Ucayali sobre la calidad del aire, donde no existe información oficial de los niveles de los gases contaminantes en las zonas urbanas donde se concentra la mayor parte de la población, además donde la vegetación ha sido desplazada en su mayoría y las actividades afectan la calidad del aire.

Este proyecto se trabajó con el fin de conocer las concentraciones de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno, por lo cual se realizó un mapa de grillas para poder decidir los puntos de muestreo separado cada uno de estos por 500 metros entres sí, ubicándolos en una vía con acceso para así poder evaluar el tránsito vehicular en el punto; en tales puntos se realizaron los monitoreos con equipos de última generación con calibración en un laboratorio acreditado, el equipo trabaja mediante una bomba de flujo Alpha (lento primordial) que permite que los gases en el ambiente sean analizados por sensores electroquímicos que detectan los niveles de los gases; a la par se realizó el conteo vehicular en los puntos, así mismo se recopilaron datos meteorológicos básicos de campo; la información de campo que se tomó en diferentes horas del día y noche se procesaron junto a sus coordenadas exactas de toma de muestra, los cuales sirvieron para la elaboración de los mapas de calor utilizando la interpolación Gaussiana en el programa ArcGIS 10.3.

## CAPÍTULO I

### PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Hasta alrededor de 1950, los vehículos de motor no atraían mucho la atención como fuentes de contaminación de aire. Antes de esa época, existían emisiones muy grandes y sin control provenientes de la industria, las emisiones de carbón mineral eran las contribuyentes más importantes de contaminación. Sin embargo, un tipo de contaminante del aire, irritante de ojos y nariz, al que posteriormente se le dio el nombre de *smog* se presentaba en verano, el profesor A.J. Haagen Smit demostró que los materiales irritantes a los ojos se formaban en gran parte de las emisiones de los vehículos (De Nevers, 1998).

MINAM (2016) en su informe nacional de la calidad del aire nos menciona que “las emisiones de CO constituyen un gran porcentaje de los contaminantes liberados por fuentes fijas y móviles en la mayor parte de ciudades, las fuentes móviles son las mayores aportantes en cuanto a CO y NO<sub>x</sub>, llegando a la mayoría de las ciudades a más del 80%”.

Para conocer el estado de la calidad del aire, es necesario realizar mediciones de contaminantes y compararlos los resultados con los estándares de calidad ambiental establecidos en nuestro país, permitiendo identificar las zonas con mayor riesgo (más contaminadas) y proponer intervenciones eficaces para reducir estos riesgos (MINAM, 2016).

La presente tesis permitirá conocer cuál es la dispersión de CO y H<sub>2</sub>S en la ciudad de Pucallpa, se elegirán puntos estratégicos para las mediciones de estos contaminantes y los resultados nos permitirán plantear estrategias con el fin de mitigar la contaminación producida por el parque vehicular de la ciudad de Pucallpa.

### **1.1.1 Problema general**

- ¿Cuáles son los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la Provincia de Coronel Portillo - Región Ucayali”?

### **1.1.2 Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los factores ambientales que inciden en la dispersión de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa?
- ¿Cuál es la incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa?
- ¿Cuáles es la zona según la actividad con mayores niveles de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluación de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la Provincia de Coronel Portillo – Región Ucayali.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la incidencia de los factores ambientales en la dispersión de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro urbano de la ciudad de Pucallpa.



- Evaluar la incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa.
- Determinar la zona según la actividad con los mayores niveles de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

##### 2.1.1. A Nivel Internacional

Machado y otros (2007), en su estudio de determinación y estudio de dispersión de monóxido de carbono (CO) en el ambiente generados por fuentes móviles en un sector de alta densidad poblacional y vehicular, sus resultados obtenidos indican que las concentraciones de CO para el período total de muestreo rebasan la norma venezolana en 36% en los días muestreados en la zona de emisión señalando la conveniencia de medidas de control.

Ehiabhi y otros (2010) en su estudio realizaron un intento preliminar para evaluar la tendencia diurna de la generación y distribución de CO en varios cruces de carreteras y parques de motor en la ciudad de Benin, cuyos resultados arrojaron en que sus 5 estaciones de muestreo seleccionadas se midieron concentraciones altas de un rango medio de 14.8 a 28.3 ppm excediendo el límite legal de 10 ppm, el manejo desfavorable del tráfico, la disciplina de tráfico inadecuada y la velocidad de viento muy baja se identifican como principales factores responsables de altas emisiones, acumulación y baja dilución y dispersión del CO generado, por otro lado (Herrera Murillo y otros., 2012) en su estudio de determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica obtuvieron los siguientes resultados, de un total de 544 767 toneladas de contaminantes criterio producidas por la operación de fuentes móviles en carreteras el 60,4% corresponde al Monóxido de Carbono .

Buitrago Arango (2003) en su investigación de aplicación del modelo Gaussiano para determinar la dispersión de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Manizales, obtuvo los siguientes resultados, identificó que la principal fuente contaminante es el parque automotor, las concentraciones de CO en el centro de la ciudad reportadas por el modelo en ningún momento se encuentran por encima de la norma de emisiones que establece la normativa colombiana, ya que la mayor concentración encontrada fue de 0.018 mg/ m<sup>3</sup> , para un registro continuo de 8 horas no deben exceder los 12 mg/ m<sup>3</sup>.

Londoño y otros (2011), en su investigación sobre estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia determinaron que el mayor aporte contaminante lo hace el Monóxido de Carbono (CO) con 18.7 T/d (71.3%), asimismo determinaron la hora con mayor emisión de este contaminante que fue las 12:00 horas con 1.4 T/h y la categoría vehicular que más aporta a los niveles ambientales de este contaminante fueron los autos con 8,3 T/d (32.7%).

### **2.1.2. A Nivel Nacional**

Farroñan Diaz (2017) en la investigación de concentraciones de gases en las estaciones de servicio de la ciudad de Chiclayo obtuvo los siguientes resultados, los niveles de concentración de los gases analizados monóxido de carbono (CO), y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental para aire, con unas concentraciones promedio de 2247.45 µg/m<sup>3</sup> de CO y 17.93 µg/m<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>S.

Canales Manchuria (2019) en su investigación tuvo el objetivo de evaluar los niveles de CO, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S en el aire en Selva Alegre-Arequipa, así como elaborar un mapa de los niveles de concentración de estos gases en las zonas de monitoreo, en sus resultados se registraron un promedio de monóxido de carbono de 4453.50 µg/m<sup>3</sup> en 8 horas existiendo diferencia estadística entre las 9 zonas de muestreo.

Flores Yucra (2017) en su trabajo de investigación sobre emisión de gases en la ciudad de Puno buscó determinar el nivel (%vol) de contaminación de gases emitidos (CO<sub>2</sub>, CO), los resultados de monóxido de carbono (CO) van de 100 ppm a 1088 ppm con un promedio de 16 puntos de monitoreo de 470.05 ppm.

García Ruiz (2019) en su investigación tuvo como objetivo la evaluación de CO, NO<sub>2</sub> Y SO<sub>2</sub> en el aire por tráfico vehicular en el distrito de Morales. Las concentraciones de CO los puntos 1 y 4 del primer monitoreo, y en los puntos 1 y 3 del segundo monitoreo; sobrepasan el ECA El nivel de riesgo por contaminación de gases, para el primer y segundo monitoreo en todos los puntos (P1, P2, P3 y P4) se obtuvo un valor INCA entre 0-50, por lo tanto, la calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud,

concluyó que el nivel de contaminación atmosférica por flujo vehicular mediante el monitoreo de gases de combustión en los sectores 1 y 2 del distrito de Morales, provincia de San Martín, no representa un riesgo para la salud y se puede practicar actividades al aire libre. Se encontró una relación directa entre el flujo vehicular y la concentración de CO, es decir a mayor flujo vehicular, mayor concentración de CO.

### **2.1.3. A Nivel Local**

Gomez Castañeda y Gonzáles Yjuma (2020) en su investigación sobre determinación de la concentración de Monóxido de Carbono (CO) del parque automotor de las ciudades de Pucallpa y Aguaytia, obtuvieron los siguientes resultados: La concentración encontrada de monóxido de carbono en la ciudad Pucallpa se promedia en  $6822.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en la ciudad de Aguaytia, el valor promedio de concentración de monóxido de carbono es  $3\ 632 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo estos valores por debajo del Estándar de Calidad Ambiental Aire. Se determinó que, en la Av. Centenario con Av. Aviación de la ciudad de Pucallpa (Centro Comercial Open Plaza), la concentración de Monóxido de Carbono es de  $10\ 171,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo este valor por encima del Estándar de Calidad Ambiental aire ( $10\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) establecido en nuestro país. En la Ciudad de Aguaytía, se determinó la concentración más baja  $3\ 327.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## **2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA**

### **2.2.1. Contaminación de aire**

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable en ese aire, en cantidades bastantes grandes como para producir efectos nocivos. Esta definición no restringe la contaminación de aire a causas humanas, aunque normalmente sólo hablamos acerca de éstas. Los materiales indeseables pueden dañar a la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente global, así como crear ofensas estéticas en la forma del aire de color café o brumoso, o bien olores desagradables. Se sabe que los contaminantes pueden hacer todas estas cosas. Muchos de estos materiales nocivos entran a la atmósfera provenientes de fuentes, que, a la actualidad, se encuentran más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas del globo, en particular en los países industrializados, las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas, el remedio propuesto en la mayor cantidad de países industriales es continuar con las actividades y controlar las emisiones contaminantes del aire que provengan de ellas (De Nevers,1998).

#### **2.2.1.1. Estándares de calidad ambiental para aire**

MINAM (2019) define al estándar de calidad ambiental de la siguiente manera “es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente, este instrumento es importante porque permite tener una meta de calidad ambiental cuya evaluación periódica permite saber su cumplimiento y tomar las medidas respectivas”. En el Perú los estándares de calidad ambiental para aire están establecidos en el DS-003-2017-MINAM.



**Tabla 1.** Estándares de calidad ambiental para aire

<b>Parámetros</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Método de análisis</b>
Benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 2.5 micras (pm 2.5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material particulado con diámetro menor a 10 micras (pm 10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrofotometría (Método automático)
Monóxido de carbono (CO)	1 horas	30000	NE más de 1 veces al año	Infrarrojo no disperso (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono ( $\text{O}_3$ )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en pm10	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para pm10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )	24 horas	1550	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: (MINAM, 2017)

## 2.2.2. Parámetros de calidad de aire

**Tabla 2.** Parámetros de calidad de aire

Parámetro	Definición
CO	El monóxido de carbono existe en la atmósfera de todas las grandes ciudades, en las cuales su fuente principal es la combustión incompleta del carbón, del petróleo y de otros combustibles orgánicos.
H <sub>2</sub> S	Es un compuesto que, en la atmósfera, se oxida casi siempre a SO <sub>2</sub> , cosa que puede ocurrir en presencia de ozono.

Fuente: (Seoáñez, 2002)

### 2.2.2.1. Monóxido de carbono

El monóxido de carbono existe en la atmósfera de todas las grandes ciudades, en las cuales su principal fuente es la combustión incompleta del carbón, del petróleo y de otros combustibles orgánicos, en viviendas, en industrias o en gases de escape de los vehículos de motor, estos gases de escape pueden contener de 1 a 15 % de CO. Actualmente se tienden a disminuir fuertemente las emisiones de CO mejorando las condiciones de funcionamiento de los motores, habiéndose alcanzado resultados esperanzadores (Seoáñez, 2002).

El CO en la atmósfera no tiene una concentración fija, sino que varía según el lugar. Normalmente oscila entre 0.020 y 1.5 ppm en lugares no contaminados, y puede sobrepasar las 100 y hasta las 320 ppm en la proximidad de focos emisores (generalmente en ciudades con mucho tráfico de vehículos y ciertas condiciones climatológicas) (Seoáñez, 2002).

### 2.2.3. Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)

Este compuesto se produce en la naturaleza bajo acción de las sulfobacterias, su concentración normal en el aire es de unas 0.02 ppb. Las emisiones de origen industrial vierten a la atmósfera el equivalente a 3.106 tm de azufre/año en forma de H<sub>2</sub>S, es un compuesto que en la atmósfera se oxida casi siempre a SO<sub>2</sub> cosa que puede ocurrir en presencia de ozono (Seoáñez, 2002).

#### **2.2.4. Fuentes móviles de contaminación atmosférica**

Seoáñez (2002) indica que “se denomina fuentes móviles de contaminación atmosférica a aquellos emisores que se desplazan y no permanecen en un mismo punto expulsando agentes contaminantes que afecten siempre al mismo territorio. Esto no quiere decir que unas fuentes móviles no pueden contaminar un mismo territorio, pues es el caso típico de la contaminación atmosférica, urbana correspondiente a los automóviles, que provocan un nivel de contaminación atmosférica de fondo más o menos constante según la hora del día y la época del año”, las fuentes básicas de contaminación atmosféricas son las siguientes:

- Vehículos automóbiles
  - De explosión
  - De diésel
  - De gas
- Ferrocarriles
  - Combustible líquido
- Aviación
  - Contaminación en aeropuertos
  - Contaminación de la estratósfera
- Navegación marina
  - Combustible líquido

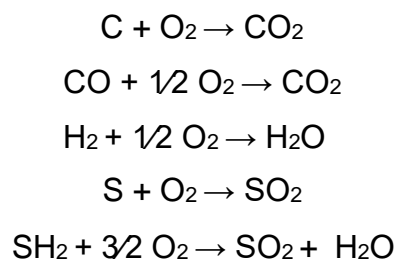
#### **2.2.5. Formación de contaminantes en los vehículos**

De Nevers (1998) indica que los contaminantes principales emitidos por los motores sencillos de combustión interna impulsados a gasolina son monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno. Todos estos se forman en todos los demás procesos de combustión; por ejemplo, las plantas generadoras de electricidad de combustibles fósiles, las estufas de la cocina, las fogatas y los asadores de carbón vegetal.

En el caso de los autos, producen más de ellos, por unidad de combustible quemado, principalmente por las razones siguientes: A menudo, en los motores de automóviles se tiene deficiencia de oxígeno, lo cual no ocurre en la mayor parte de otros sistemas de combustión. En los motores de automóviles se precalientan las mezclas aire- combustible, lo cual no se hace en la mayor parte de los sistemas de combustión. En los motores de automóviles se tienen llamas que entran en contacto directamente con superficies enfriadas, lo que no es común en otros sistemas de combustión.

### 2.2.6. Reacciones químicas de la combustión

Según TP- Laboratorio Químico (2020) la reacción del combustible con el oxígeno origina sustancias gaseosas entre las cuales las más comunes son CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Se denominan en forma genérica productos, humos o gases de combustión. Es importante destacar que el combustible solo reacciona con el oxígeno y no con el nitrógeno, el otro componente del aire. Por lo tanto, el nitrógeno del aire pasará íntegramente a los productos de combustión sin reaccionar. Las reacciones químicas que se utilizan en el estudio de las combustiones técnicas tanto si se emplea aire u oxígeno, son muy sencillas y las principales son:



Entre las sustancias más comunes que se pueden encontrar en los productos o humos de la reacción se encuentran:

CO<sub>2</sub> : Dióxido de Carbono

H<sub>2</sub>O : Vapor de Agua

N<sub>2</sub> : Nitrógeno gaseoso

O<sub>2</sub> : Oxígeno gaseoso  
CO : Monóxido de Carbono  
H<sub>2</sub> : Hidrógeno gaseoso  
SO<sub>2</sub> : Dióxido de Azufre

### **2.2.7. Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos**

INECC (2007) la contaminación del aire incluye elementos de origen natural y emisiones resultantes de actividades humanas. Los contaminantes atmosféricos pueden ser compuestos gaseosos, aerosoles o material particulado. Entre los contaminantes gaseosos se encuentran el ozono, los óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos. El material particulado se caracteriza, a su vez, por partículas suspendidas totales, partículas suspendidas menores a diez micras y partículas suspendidas con diámetro menor a 2.5 micras. Entre las diferentes fuentes de emisiones a la atmósfera podemos distinguir dos grandes tipos: las fuentes fijas y las móviles, las cuales se describen a continuación.

#### **2.2.7.1. Fuentes fijas**

Existen tres tipos de fuentes fijas generadoras de emisiones:

**Fuentes puntuales.** Derivadas de la generación de energía eléctrica y de actividades industriales como son: la química, textil, alimentaria, maderera, metalúrgica, metálica, manufacturera y procesadora de productos vegetales y animales, entre otras. Las emisiones derivadas de la combustión utilizada para la generación de energía o vapor, dependen de la calidad de los combustibles y de la eficiencia de los quemadores, mantenimiento del equipo y de la presencia de equipo de control al final del proceso (filtros, precipitadores y lavadores, entre otros). Los principales contaminantes asociados a la combustión son partículas (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos) (INECC, 2007).

**Fuentes de área.** Incluyen la generación de aquellas emisiones inherentes a actividades y procesos, tales como el consumo de solventes, limpieza de superficies y equipos, recubrimiento de superficies arquitectónicas, industriales, lavado en seco, artes gráficas, panaderías, distribución y almacenamiento de gas LP, principalmente. Esta fuente también incluye las emisiones de actividades como son: el tratamiento de aguas residuales, plantas de composteo, rellenos sanitarios, entre otros. En este tipo de emisión se encuentra un gran número de contaminantes, de muy variado nivel de impacto en la salud (INECC, 2007).

**Fuentes naturales.** Se refiere a la generación de emisiones producidas por volcanes, océanos, plantas, suspensión de suelos, emisiones por digestión anaerobia y aerobia de sistemas naturales. En particular a todo aquello emitido por la vegetación y la actividad microbiana en suelos y océanos, que se les denomina emisiones biogénicas, cuyo papel es importante en la química de la troposfera al participar directamente en la formación de ozono. Las emisiones biogénicas incluyen óxido de nitrógeno, hidrocarburos no metanogénicos, metano, dióxido y monóxido de carbono y compuestos nitrogenados y azufrados (INECC, 2007).

#### **2.2.7.2. Fuentes móviles**

Ejemplos de fuentes móviles son los aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinarias no fijas con motores de combustión y similares, que por su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Si bien la definición de fuente móvil incluye prácticamente a todos los vehículos automotores, la NOM para fuentes fijas se refiere básicamente a las emisiones de automóviles y camiones. Los motores de los vehículos son los responsables de las emisiones de CO, de compuestos orgánicos volátiles, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>, producidos durante la combustión (INECC, 2007).

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Ambiente:** Es un conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia. (MINAN, 2012)
- **Contaminación del aire:** Es toda aquella sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano. (PCM, 2001)
- **Estándares de calidad del aire:** Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en si condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgos a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la presente norma, Como estos estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios (PCM, 2001)
- **Fuente fija:** Básicamente son las plantas industriales estacionarias (manufacturas o de producción) que generan emisiones desde equipos estacionarios a través de chimeneas o ductos de venteo, o bien desde fuentes fugitivas no confinadas. La distinción entre fuentes puntuales y de área es arbitraria pero necesaria para permitir la eficiente recopilación de la información requerida para el desarrollo de inventarios de emisiones (SEMARNAT, 2006).
- **Fuente móviles:** Dentro de las fuentes móviles se consideran el transporte terrestre, todo terreno, aéreo, ferrocarril y navegación marítima y fluvial; detalla la diversidad de fuentes móviles, así como las características que son tenidas en cuenta dentro de los factores de emisión por tipo de fuente. (MINAMBIENTE, 2006).
- **Gesta zonal de aire:** Grupo de estudio ambiental de la calidad de aire encargado de formular y evaluar los planes de acción para el mejoramiento de la calidad de aire en una zona de atención prioritaria. (PCM, 2001)

- **Monóxido de carbono:** El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, no irritante, inodoro e insípido que se produce por la combustión incompleta de hidrocarburos como carbón y gas (butano, propano)
- **Sulfuro de hidrógeno:** Se caracteriza por ser un gas incoloro, posee olor a huevo descompuesto, crea una llama azul cuando quema y crea un gas tóxico, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Respirar o tener contacto con el H<sub>2</sub>S sería muy peligroso y dañino para la salud. (Shirai y otros, 2013)
- **Valores referenciales:** Nivel de concentración de un contaminante del aire que debe ser monitoreado obligatoriamente, para el establecimiento de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire. (PCM, 2001)
- **Valores de tránsito:** Son aquellos niveles de concentración de contaminantes en el aire establecidos temporalmente como parte del proceso progresivo de implementación de los estándares de calidad del aire. (PCM, 2001)
- **Zonas de Atención Prioritaria:** Son aquellas que cuentan con centros poblados o poblaciones mayores a 250,000 habitantes o una densidad poblacional por hectáreas que justifique su atención prioritaria o con presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire. (PCM, 2001)



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Enfoque de la investigación**

El enfoque del proyecto de tesis es de enfoque mixto: ya que las son los niveles de CO y H<sub>2</sub>S se expresan en µg/m<sup>3</sup> con valores numéricos y las fuentes que son descriptivos.

##### **3.1.2. Alcance de la investigación**

El presente proyecto de tesis tiene un alcance descriptivo, donde se evaluarán los niveles de los gases Sulfuro de Hidrógeno y Monóxido de Carbono como se encuentra en el lugar de monitoreo y se identificara las posibles fuentes generadoras en esta.

##### **3.1.3. Diseño de la investigación**

La presente tesis tiene un diseño no experimental, transversal ya que los datos se evaluaron en una sola temporada en condiciones similares, además se describió las concentraciones de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en sus condiciones comunes.

##### **3.1.4. Diseño estadístico**

El tratamiento de datos se llevó a cabo usando el programa SPSS IBM V.24, el cual sirvió para el análisis estadístico básico, además de realizar el análisis estadístico de correlación, ANOVA y tendencia lineales con R<sup>2</sup>. Así mismo el uso del programa ArcGis, donde se realizó el análisis de la interpolación por semivarianza de kriging gaussiana.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La población es la zona urbana de la ciudad de Pucallpa que pertenece a los distritos de Calleria, Yarinacocha y Manantay. Esta con un área aproximada de 120 km<sup>2</sup>.

### 3.2.2. Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, a criterio del investigador; es el número de fuentes identificadas en los puntos de medición; para ello ha sido necesario seccionar el área correspondiente a la zona urbana de la ciudad de Pucallpa, en pequeños cuadrantes, tomando el punto de muestreo en la intersección de estos. Obteniendo 94 puntos de muestreo.

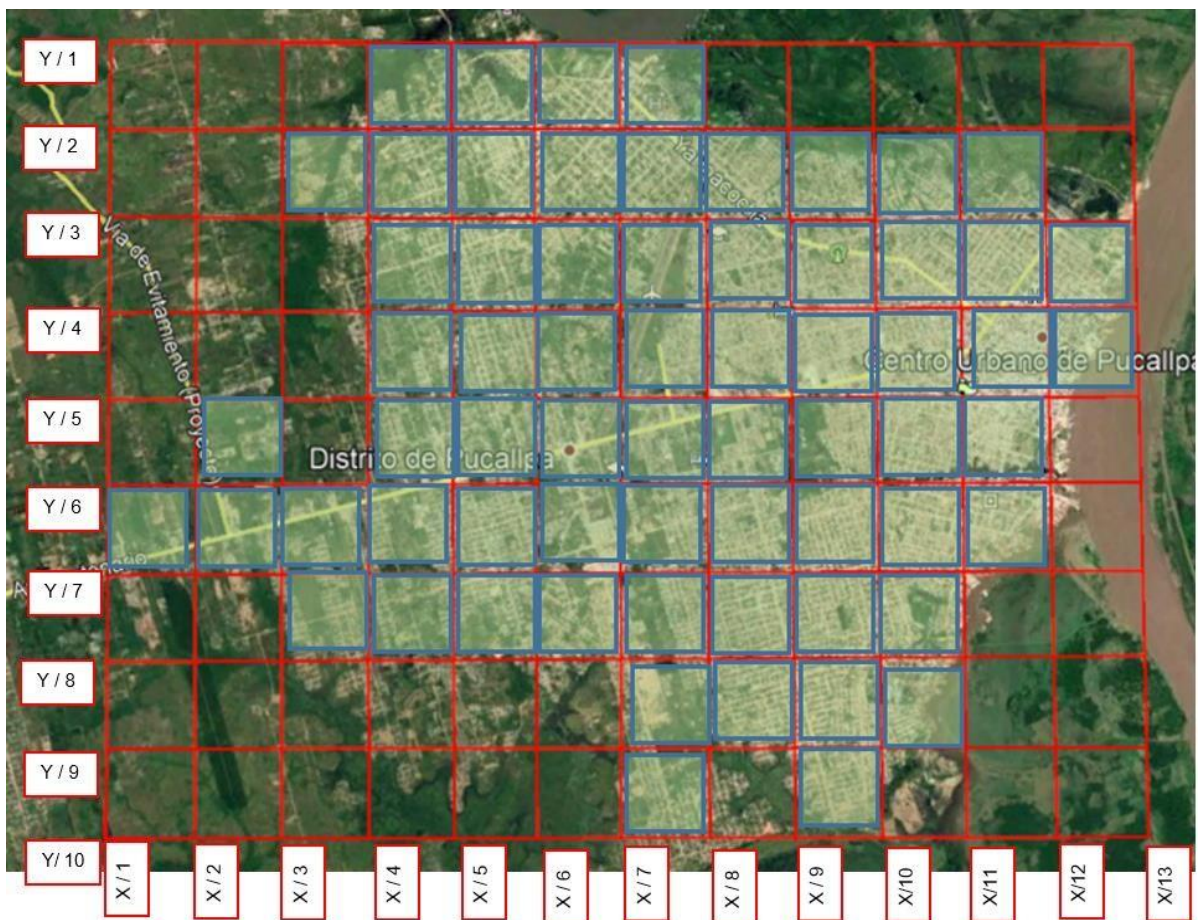


Figura 1 Mapa de grillas de punto de muestreo

### **3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recolección de datos se utilizó la ficha de análisis de datos de gases y de campo, además de la ficha de registro de fuentes generadoras.

#### **3.3.1. Ficha de datos de análisis de gases y datos de campo:**

Esta ficha contiene como primeros ítems,

- Coordinadas en UTM
- Dirección referencial
- Código de punto de muestreo
- Fecha
- Hora
- Tiempo de monitoreo inicio y final
- Concentración de CO y H<sub>2</sub>S
- Observación

#### **3.3.2. Ficha de Fuentes generadoras**

Esta ficha contiene como primer ítem

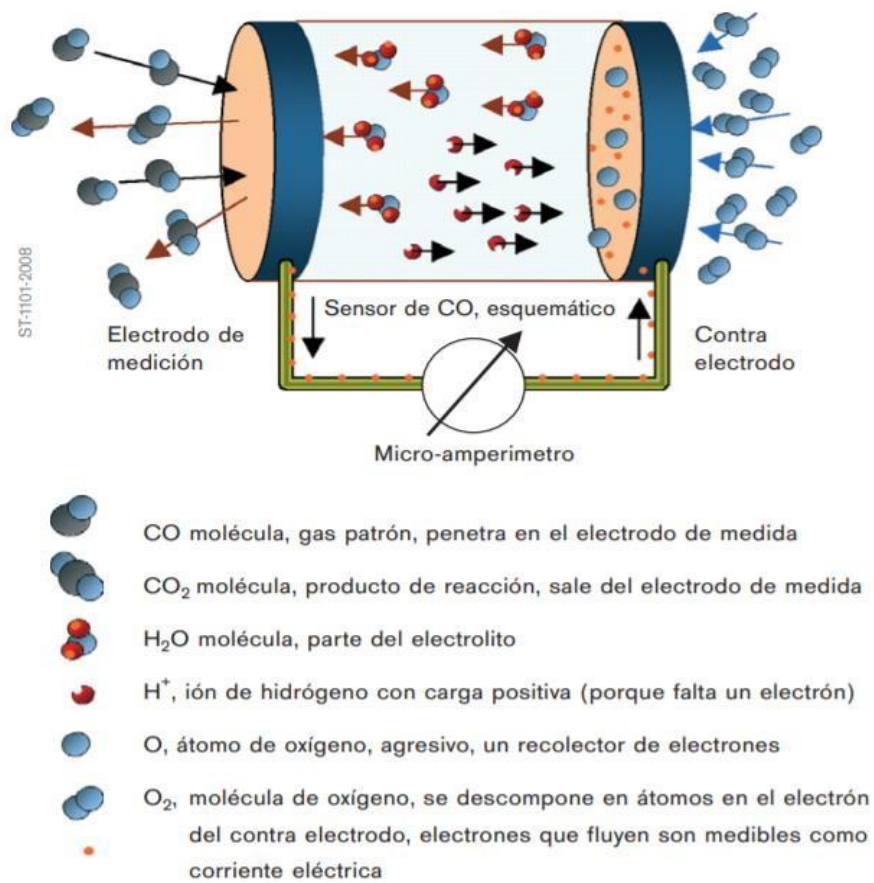
- Coordinadas en UTM
- Dirección referencial
- Código de punto de muestreo
- Fecha

### **3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. Medición de gases CO y H<sub>2</sub>S por sensores electroquímicos**

Para la medición de gases se utilizó un sensor electroquímico, como indica DRAGER (2009) los sensores para la detección de gases y vapores son transductores que usan ciertas propiedades de los gases para la conversión en una señal eléctrica adecuada. Este sensor electroquímico consiste como mínimo dos electrodos (electrodo de medida y contra electrodo) que tienen contacto eléctrico de dos maneras diferentes: por un lado vía un medio eléctricamente conductivo llamado electrolito (un líquido pastoso para transportar iones), por otro lado vía un circuito de corriente eléctrica externo (un simple cable de cobre para transportar

electrones) Los electrodos están fabricados de un material especial que también tiene características catalíticas haciendo posibles reacciones químicas en la llamada zona de 3 fases, donde hay presencia de gas, catalizador sólido y electrolito líquido. El recolector de electrones oxígeno necesario para esta reacción proviene del aire ambiente. Se conocen más recolectores de electrones, por ejemplo, cloro, flúor, ozono o dióxido de nitrógeno. Así la corriente de los sensores utilizados para estos gases fluye en dirección invertida. La corriente se puede medir con un micro-amperímetro.



**Figura 2** Modelo de análisis de gases

Fuente: (DRAGER, 2009)

### Equipo usado para el monitoreo de CO y H<sub>2</sub>S

El detector multigás portátil BH-4S podría detectar gas combustible, O<sub>2</sub> y otros dos tipos de gases tóxicos de forma continua y simultánea. Método de muestreo de difusión Natural y sensor de alta sensibilidad, con alta sensibilidad y repetitividad, ver Anexo 9 (Bosean, 2018). Cuenta con las siguientes especificaciones:

- Detección de gas Combustible, gas H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>.
- Precisión:  $\leq \pm 5\%$  F.S
- Tiempo de respuesta:  $\leq 30$ s
- Indicación: pantalla LCD en tiempo real y estado del sistema.
- Alerta LED, audio y vibración para fugas de gas, altas y bajas
- Temperatuar y humedad de entorno de trabajo: -20C ~ 50C, <95% RH (no rocío)
- Fuente de alimentación: Batería li-on DC3.7V, 2000 mAh
- Tiempo de carga: 6 h ~ 8 h
- Tiempo de Trabajo:  $\geq 8$  h continuamente (sin alarmar)
- Vida útil del Sensor de Gas: 3 años



#### 3.4.1.1. Se procedimiento de análisis de gases de CO y H<sub>2</sub>S

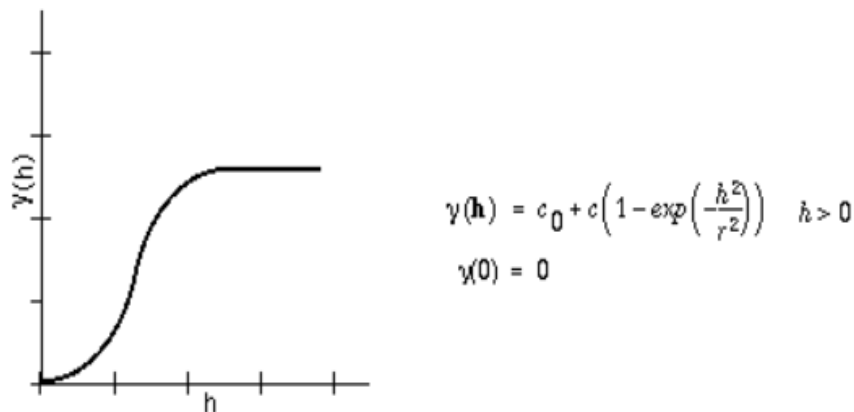
- Se ubicó el punto de muestreo
- Se instaló el trípode a 1.5m de altura
- Se dirigió el sensor a favor del viento
- Se georefenció el punto de muestro
- Se anotó la hora de inicio y final de análisis
- Se anotó los valores meteorológicos básicos de campo que requiere el equipo para su funcionamiento.
- Se anotó el resultado final del análisis de gases.
- Se anotó si en caso existe alguna fuente generadora de gases de CO y H<sub>2</sub>S en la zona evaluada.

#### 3.4.2. Método de interpolación Kriging con modelo matemático Gaussiano

Se utilizó el método propuesto por (ESRI, 2016), la interpolación por el método Kriging este procedimiento geoestadístico avanzado genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores Z. Utilizamos la herramienta Kriging en forma efectiva que implico una interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores Z

(Concentración de gases). La herramienta Kriging proporciona las siguientes funciones para elegir el modelado del semivariograma empírico: Gaussiana. Esta hipótesis de homogeneidad espacial es fundamental para la teoría de variables regionalizadas.

### GAUSSIAN



**Figura 3** Ilustración del modelo semivarianza gaussiana

Fuente: (ESRI, 2016)

#### 3.4.3. Obtención de datos meteorológicos

El equipo de análisis de Gases Bolean, cuenta con parámetros de campo integrados los cuales son la Temperatura en Grados Centígrados y la Humedad en porcentaje de saturación. Datos adicionales fueron recolectados de fuentes oficiales del SENAMHI-Perú y del sistema web de Weather Spark.

##### 3.4.2.1. Procedimiento de trabajo para la elaboración del mapa de concentración de gases con el modelo de semivarianza gaussiana.

- Se ordenó la base de datos de los análisis de campo de la siguiente forma. Columna 1 (ítem), columna 2 (Coordenadas) y columna 3 (resultados)
- Se procedió a cargar los datos de análisis mediante un Excel al programa ArcGIS v.10.3.
- Los datos se representan mediante puntos ordenados acorde a las grillas, con un error de desviación geométrica espacial menor al 5%.
- Se procede a usar la herramienta de interpolación Kriging.
- Utilizando la herramienta de interpolación, seleccionamos que esta se realice mediante la semivarianza gaussiana.

### 3.4.3. Clasificación y conteo vehicular

Para la clasificación y conteo vehicular las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características. Estos se clasifican básicamente en ligeros y pesados. (MTC, 2018)

### 3.5. PROCESAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Se obtuvieron los datos de los monitoreo de gases y la identificación de fuentes respectivamente los cuales fueron analizados, interpretados y expresados en tablas y figuras utilizando los siguientes programas IBM SPSS V22, Excel y Word. Los datos se ordenaron de la siguiente manera

**Tabla 3.** Matriz de recolección de datos para su procesamiento estadístico

Id	Coordenadas		CO ug/m <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> S ug/m <sup>3</sup>	Dirección o ubicación	Fuentes
	x	y	Promedio	Promedio		
1						
2						
3						
...						

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Factores ambientales que inciden en la dispersión de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa

Tabla 4. Datos históricos meteorológicos de la ciudad de Pucallpa

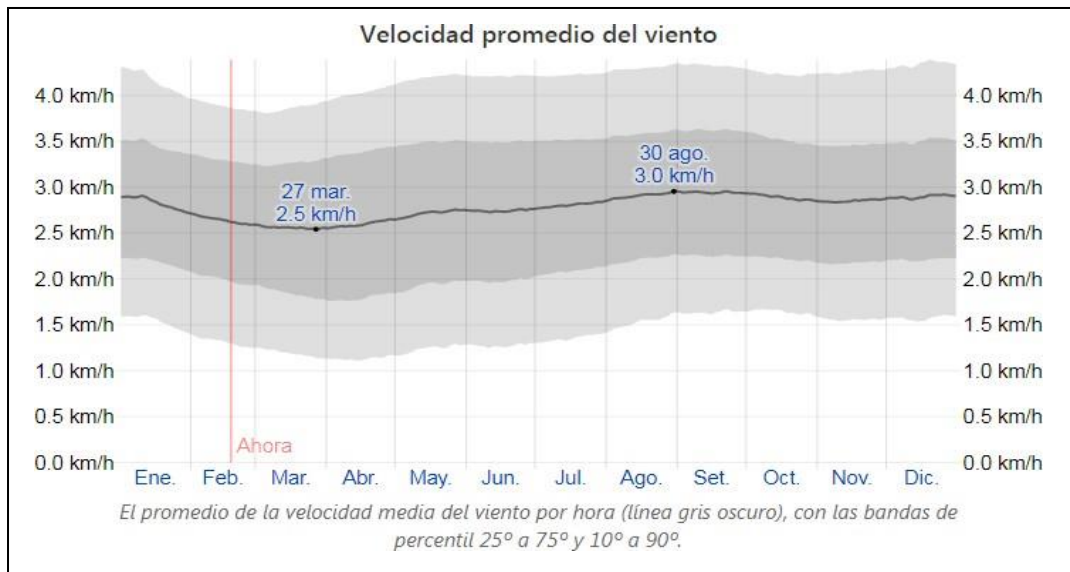
Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación (Lluvia) mm/mes
Enero	32.6	21.2	157
Febrero	31.5	21.2	182
Marzo	31.6	21	229
Abril	31.7	21	168
Mayo	31.8	20.4	94
Junio	31.2	19.4	65
Julio	31.4	18.7	49
Agosto	32.9	19.2	64
Setiembre	33.1	20	115
Octubre	32.6	20.7	211
Noviembre	32.6	21	197
Diciembre	32.4	21.1	171

Fuente: (SENAMHI, 2020)

Para PUCALLPA, el mes con temperatura más alta es setiembre (33.1°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (18.7°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (228.5 mm/mes) (SENAMHI, 2020).

Se ha visto que los meses de junio y julio (invierno) son los que registran los valores mínimos de temperatura, que oscila entre 24°C a 25°C, los meses más calurosos son de octubre a diciembre (primavera), con temperaturas que oscilan de 26°C a 2rc. En tanto que los valores máximos de precipitación varían entre 219 mm y 1080 mm, en el caso de los valores mínimos de precipitación, éstos varían entre 0 a 24.5 mm (Guadalupe Baylon, 2014).

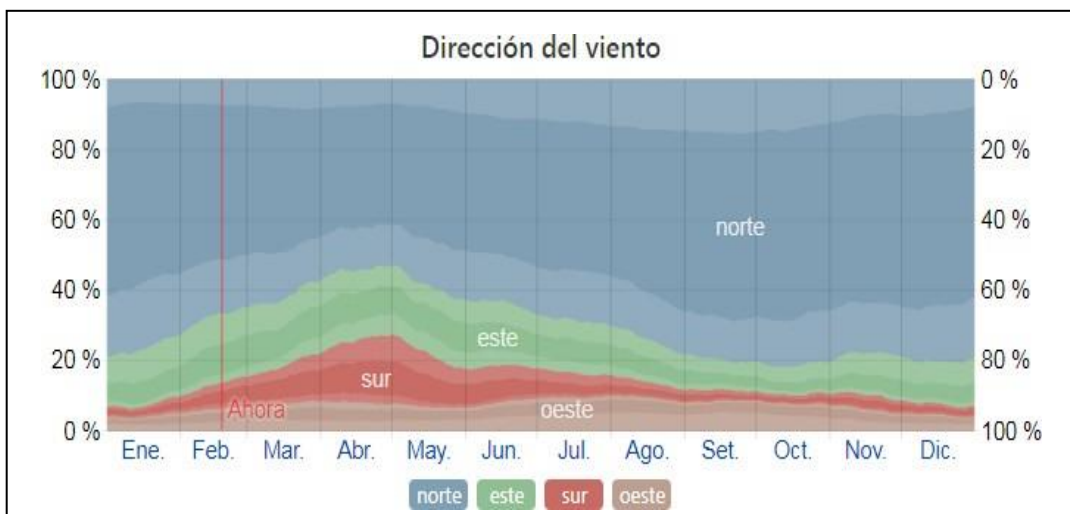




**Figura 4** Velocidad promedio del viento en la ciudad de Pucallpa

Fuente: (Weather Spark, 2020)

La velocidad promedio del viento por hora en Pucallpa no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos 0.2 kilómetros por hora de 2.7 kilómetros por hora.

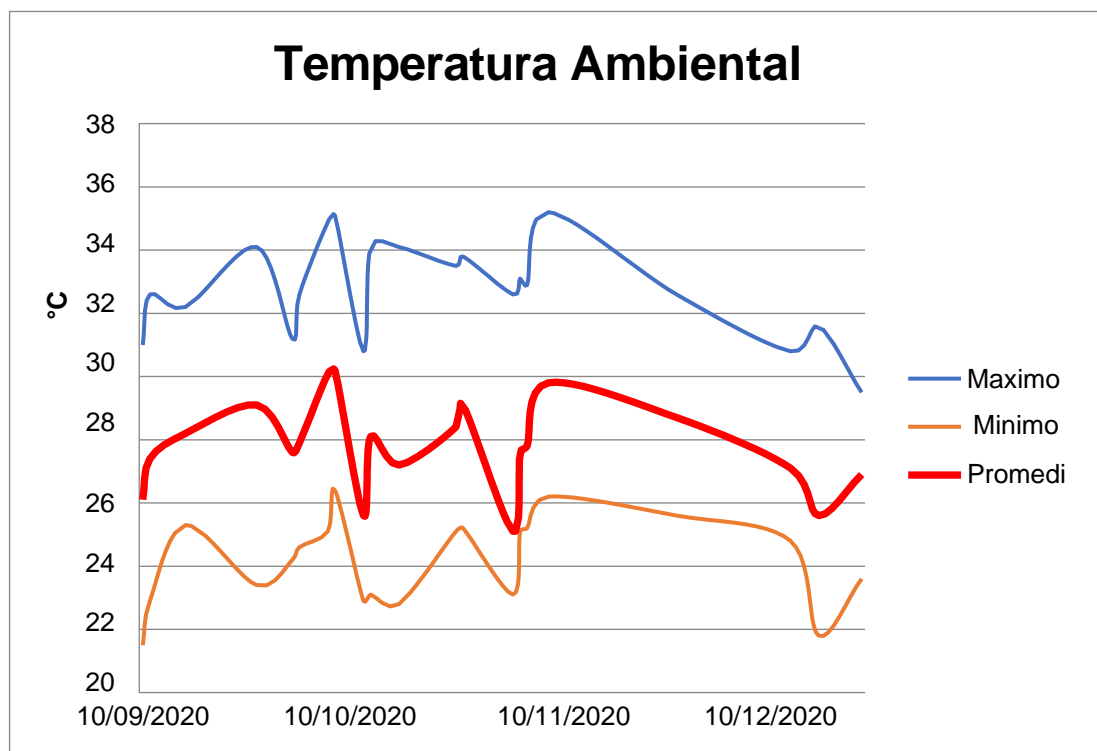


**Figura 5** Dirección de viento promedio en la ciudad de Pucallpa

Fuente: (Weather Spark, 2020)

La dirección del viento predominante en Pucallpa es del Nor/Este durante el año.

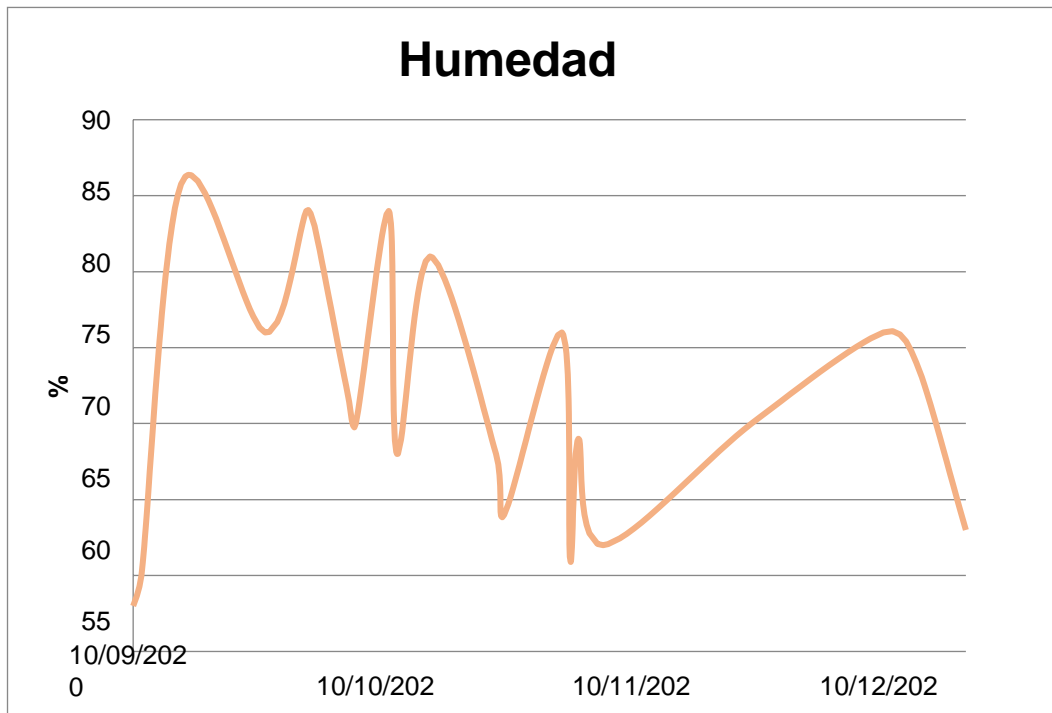
#### 4.1.1. Condiciones meteorológicas de campo evaluadas en el momento del monitoreo



**Figura 6** Temperatura de monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa

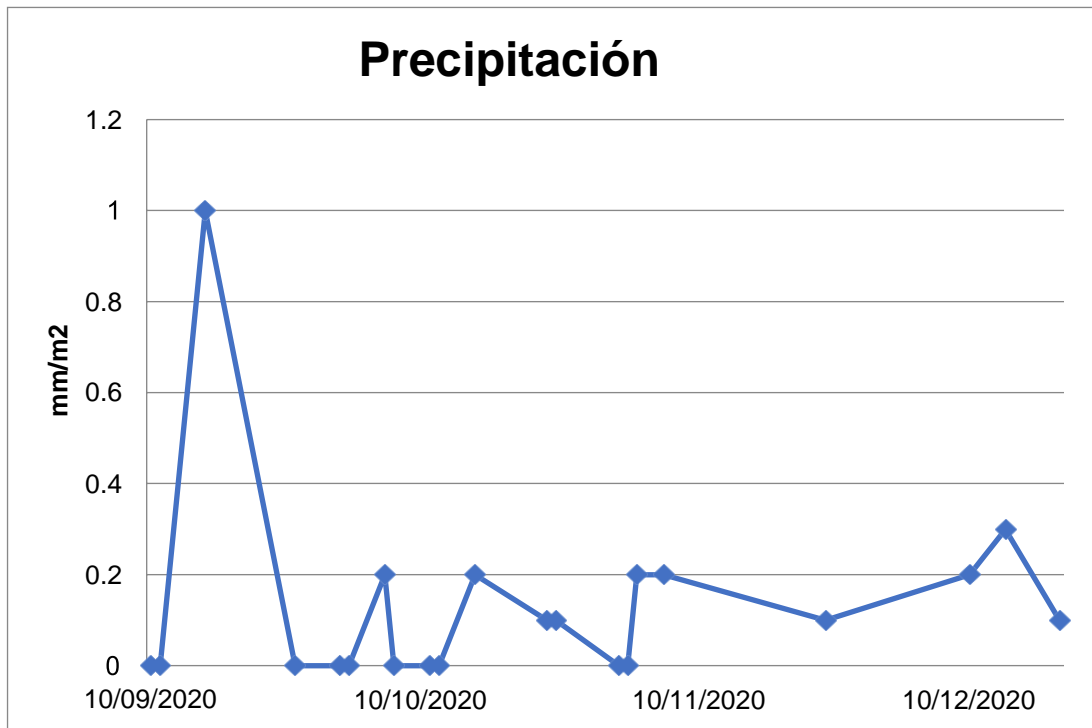
Fuente: (Weather Spark, 2020)

En la figura 6. Se puede apreciar que la temperatura de monitoreo de los gases, como temperatura máxima está en el rango de 29.5°C a 35.2° C y el promedio de las máximas fue de 32.8°C; como temperatura mínima está en el rango de 23.6°C a 26.2°C y el promedio de las mínimas fue de 24.2°C; el promedio general de la temperatura de monitoreo fue de 27.8°C. En su estudio ( Guadalupe Baylon, 2014), indica que los valores más bajos de temperatura se registraron en los años de 1993 (23.7°C) y 1994 (23.9°C), mientras que el más alto con 27.6°C, se presentó en el año 2009. Se puede observar una tendencia ascendente al promedio a partir del año 2002. Coincidiendo con los datos relevantes evaluados en campo.



**Figura 7.** Humedad del monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa  
Fuente: **(Weather Spark, 2020)**

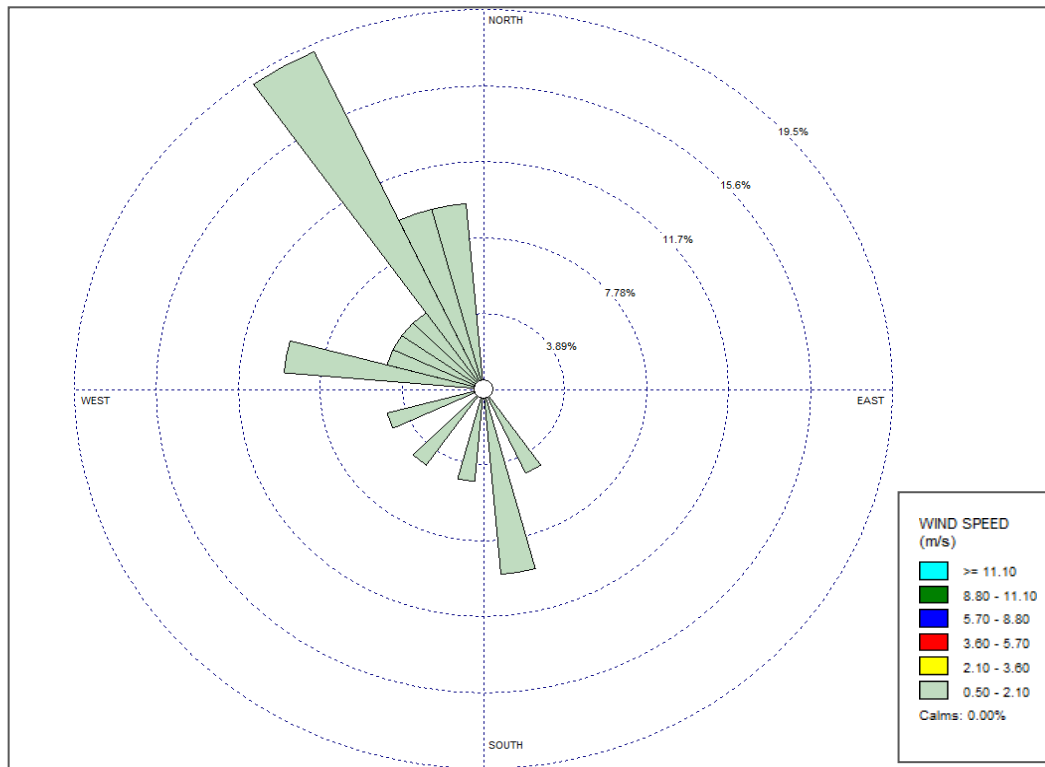
En la figura 7. De la Humedad del monitoreo de los gases, presento una humedad porcentual mínima de 58%, máxima de 86% y la humedad promedio fue de 71.7% durante los monitoreos de campo. Los valores medios de HR presentan un régimen anual cercano a 85%. En el año muestra una ligera disminución entre julio y octubre, volviendo a incrementarse en los meses siguientes, estos valores como es de verificar permanecen constantemente elevados. (Guadalupe Baylon, 2014)



**Figura 8.** Precipitación del monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa.

Fuente: **(Weather Spark, 2020)**

La figura 8. Que presenta la precipitación del monitoreo de los gases, con una precipitación mínima de 0 mm/m<sup>2</sup>, máxima de 1mm/m<sup>2</sup> y promedio de 1.3 mm/m<sup>2</sup>. Estas condiciones son importantes para así poder general un análisis de los gases con mayor eficiencia, aunque no estén cerca de los promedios generales. El mínimo valor de precipitación mensual se registró en julio y agosto de 1994 y fue de 3 a 0 mm, y el máximo en enero de 1994, con un valor de 253.0 mm, Respectivamente. La variación de la precipitación total mensual promedio para el periodo 1990-1993: Se puede observar que los valores promedio máximo registrado fue en enero y marzo con 199.7 y 194.2 m.m (época de verano -otoño). El mínimo en agosto con 36.5 mm (época de invierno), respectivamente (Guadalupe Baylon, 2014).

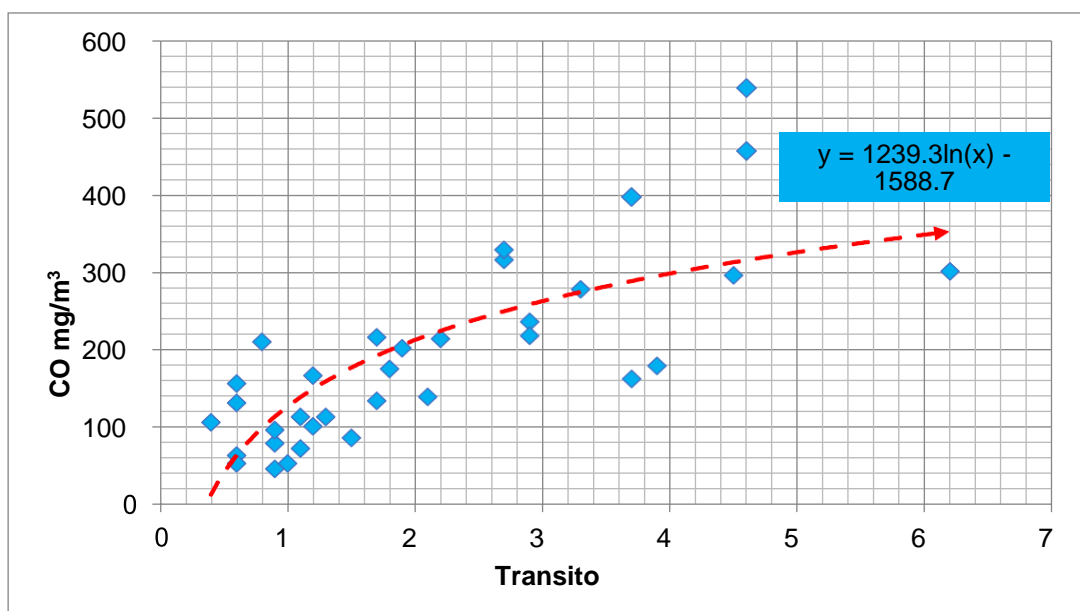


**Figura 9.** Dirección y velocidad del viento del monitoreo de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el Aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa  
Fuente: (Weather Spark, 2020)

La figura 9. De la dirección y velocidad del viento del monitoreo de los gases, está representada mediante una rosa de viento donde podemos apreciar que la p predominancia del viento esta hacia el norte y noreste con velocidades de 4.1 a 6.8 km/h o 1.14 a 1.89 m/s, en menor magnitud hacia el sur oeste con velocidades de 2.2 a 6.1 km/h o 0.61 a 1.69 m/s. Así mismo (MINEM, 2008), indica que la velocidad del viento promedio en la ciudad de Pucallpa fluctúa de 2 a 3 m/s, con velocidades promedio de 3 a 4m/s en primavera, de 2 a 3 m/s en verano e otoño y de 4 a 5 m/s en invierno. Los factores que influyen en él son múltiples y variables en el tiempo y una mezcla gas/aire puede evolucionar como un gas pesado sin serlo debido al peso molecular del gas, temperatura del gas, temperatura y humedad del aire ambiente, presencia de gotas líquidas arrastradas en la emisión, reacciones químicas en la nube, etc. Las condiciones meteorológicas y la duración del escape tienen una gran importancia en el alcance de la dispersión del penacho. Los factores principales son: la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica (INSHT, 2004).

La dispersión de contaminantes en la atmósfera depende de múltiples factores, entre los que se encuentran los meteorológicos y su influencia en el comportamiento de los contaminantes, entre éstos se encuentran: dirección y velocidad del viento, precipitación y radiación solar, entre otros. El comportamiento de la precipitación afecta en cierto grado la concentración de los contaminantes en la atmósfera, ya que puede contribuir a su disminución debido al lavado atmosférico que se puede presentar en el caso de las partículas suspendidas. (IDEAM, 2012)

#### 4.2. Incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa



**Figura 10.** Incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono (CO) en el centro de la ciudad de Pucallpa  
Fuente: Monitoreo de gases y tránsito vehicular 10/09/2020 – 10/12/2021

En la figura 10. Se puede observar en el gráfico que los datos se evalúan la concentración de los gases de CO con respecto al tránsito vehicular en el punto de muestreo, donde la tendencia es positiva, siendo que el nivel de CO (Monóxido de Carbono) aumenta a medida que el tránsito vehicular aumenta. Obteniendo un valor de  $R^2$  de 0.5671 obteniendo una correlación moderada.

**Tabla 5.** Correlación de Pearson del tránsito vehicular y las concentraciones del gas de Monóxido de Carbono en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa

**Correlaciones**

		Transito	CO
Transito	Correlación de Pearson	1	,781**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	34	34
CO	Correlación de Pearson	,781**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	34	34

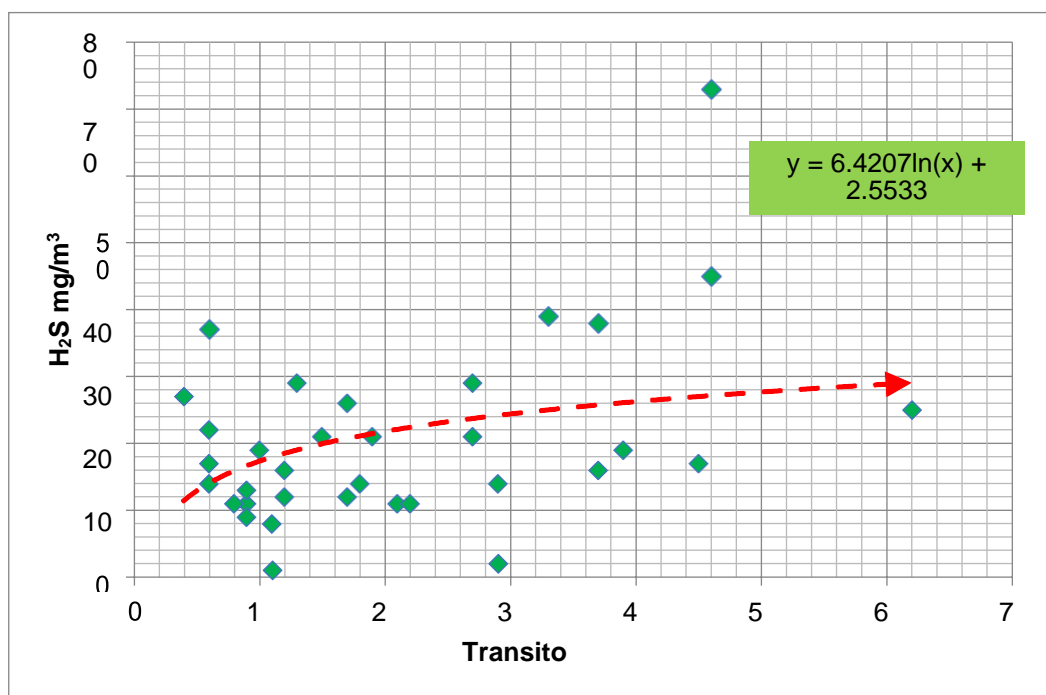
\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 5. La correlación de Pearson del tránsito vehicular y las concentraciones del gas de Monóxido de Carbono en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa, es de 0.781 y con una significancia de 0.00; la relación es correlativa positiva considerable, indicando que, a mayor tránsito vehicular, mayor las concentraciones del gas de Monóxido de Carbono en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa.

Esto se puede deber a que la mayor parte del Monóxido de Carbono emitido proviene de una fuente móvil, de los vehículos que transitan por las vías. Como indica el INECC (2007) que los motores de los vehículos son los responsables de las emisiones de CO, de compuestos orgánicos volátiles, SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub>, producidos durante la combustión. A demás que en cierto punto las zonas con mayor actividad industrial y/o comercial generan más flujo vehicular en las vías o al ser vías de unión entre zonas importantes en la ciudad.

En relación a los resultados estos confirman su fuente, relacionada directamente con el tránsito vehicular, como indica EEA, (2016) que los vehículos automotores aportan en gran manera emisiones de contaminantes a las áreas urbanas. El proceso de combustión genera principalmente CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Sin embargo, también se generan subproductos como resultado de la oxidación incompleta del combustible (CO, hidrocarburos, material particulado).

Otra forma de generarse Monóxido de Carbono aparte de la fuente de combustión del tránsito vehicular es que como indica Guenther y otros (2000) los compuestos como CO, COVNM (etano, eteno, propano, isopreno, metanol y formaldehido) también son producidos por microorganismos presentes en el suelo, sin embargo, otros microorganismos pueden metabolizar estos compuestos lo que hace que en muchos casos estos suelos sean un sumidero neto de estos compuestos. Los estudios sugieren que los suelos tienen una contribución pequeña de CO y COVNM a la atmósfera, por lo que generalmente se consideran despreciables estas emisiones.



**Figura 11.** Incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S).

Fuente: Monitoreo de gases y tránsito vehicular 10/09/2020 – 10/12/2021

En la figura 11. Se puede observar en el gráfico que los datos se evalúan la concentración de los gases de H<sub>2</sub>S con respecto al tránsito vehicular en el punto de muestreo, donde la tendencia es positiva, siendo que el nivel de H<sub>2</sub>S (Sulfuro de Hidrógeno) aumenta a medida que los números de vehículos aumentan. Obteniendo un valor de R<sup>2</sup> de 0.1131 obteniendo una correlación insignificante.



**Tabla 6.** Correlación de Pearson del tránsito vehicular y las concentraciones del gas de Sulfuro de Hidrógeno en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa

**Correlaciones**

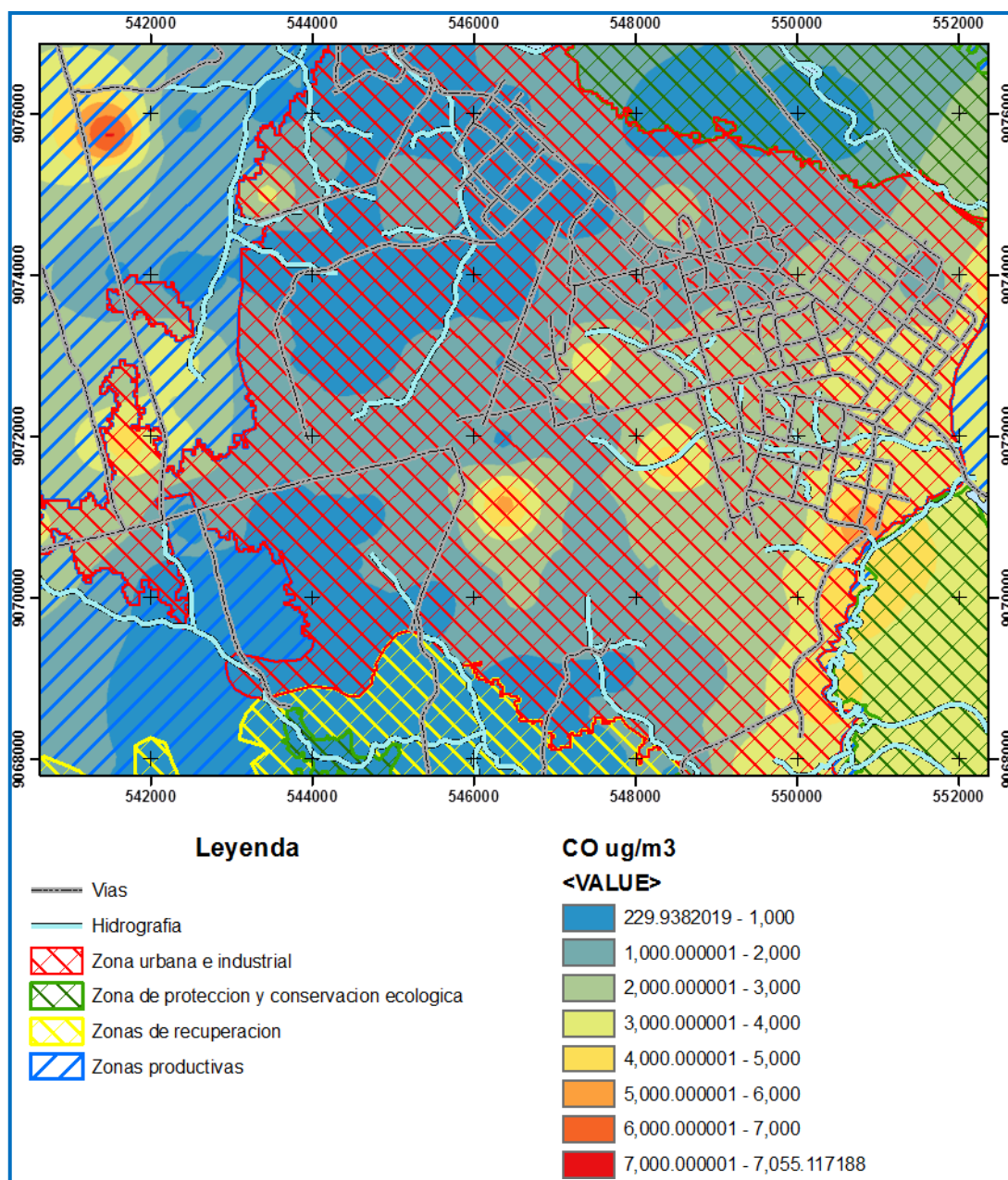
		Transito	H <sub>2</sub> S
Transito	Correlación de Pearson	1	,437**
	Sig. (bilateral)		,010
	N	34	34
H <sub>2</sub> S	Correlación de Pearson	,437**	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	34	34

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 6. La correlación de Pearson del tránsito vehicular y las concentraciones del gas de Sulfuro de Hidrógeno en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa, es de 0.437; la relación es una correlación positiva débil, indicando que, a mayor tránsito vehicular, mayor las concentraciones del gas de Sulfuro de Hidrógeno en la zona urbana de la ciudad de Pucallpa; la relación entre estas es significativa.

(Guenther, y otros, 2000) Indican que, a escala global las emisiones naturales de óxido de nitrógeno (NO), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) igualan e incluso pueden exceder las emisiones de origen antropogénico. Otra forma natural de generar Monóxido de Carbono es emitida por fuentes geogénicas incluyen dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), mercurio (Hg), cloro (Cl), etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) y COVNM y material particulado (Velasco y Bernabé, 2004).

### 4.3. Zonas según la actividad y los niveles de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa

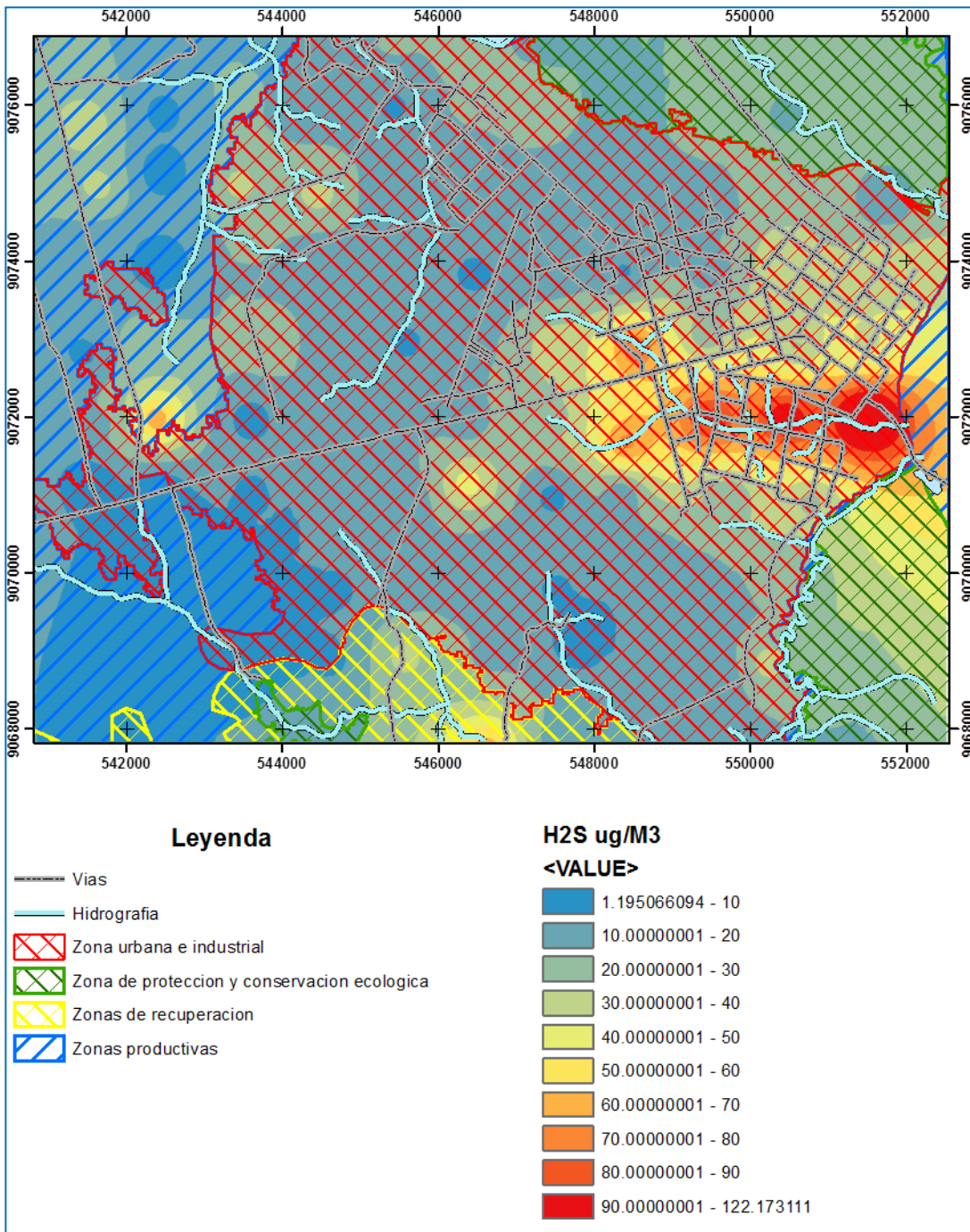


**Figura 12.** Zona según la actividad y los niveles de los gases de Monóxido de Carbono en el centro de la ciudad de Pucallpa

En la Figura 12. Zonas según la actividad y los niveles de los gases de Monóxido de Carbono, la zona urbana con una media de  $1804.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  CO con su máxima de  $5661.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y mínima de  $229.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; la zona productiva con una media de  $1962.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con su máxima de  $7055.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y mínima de  $334.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; seguida de la zona de conservación con

una media de  $2290.1\mu\text{g}/\text{m}^3$  con su máxima de  $4927.92\mu\text{g}/\text{m}^3$  y mínima de  $390.33\mu\text{g}/\text{m}^3$  y por último la media menor de la zona de recuperación con  $798.40\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un máximo de  $1322.49\mu\text{g}/\text{m}^3$  y mínimo de  $415.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mediante el análisis estadístico de las concentraciones de Monóxido de Carbono mediante el análisis ANOVA con una comparación de subgrupos, se obtuvieron resultados de resultados entre subconjuntos, las zonas de recuperación y conservación tienen un p valor de 0.000 lo cual indica que existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de conservación y productiva tienen un p valor de 0.434 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de productiva y recuperación tienen un p valor de 0.002 lo cual indica que existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de productiva y urbana tienen un p valor de 0.866 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de conservación y urbana tienen un p valor de 0.163 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de recuperación y urbana tienen un p valor de 0.005 lo cual indica que existe una diferencia significativa entre estos. Así mismo la prueba de HSD Tukey nos indica que se presenta dos subconjuntos que se dividen en dos grupos, el grupo "1" está la zona de recuperación y el grupo "2" las zonas de Urbana e industrial, protección y conservación ecológica y la zona productiva, respecto a las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno en la ciudad de Pucallpa.



**Figura 13.** Zonas según la actividad y los niveles de los gases de Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa

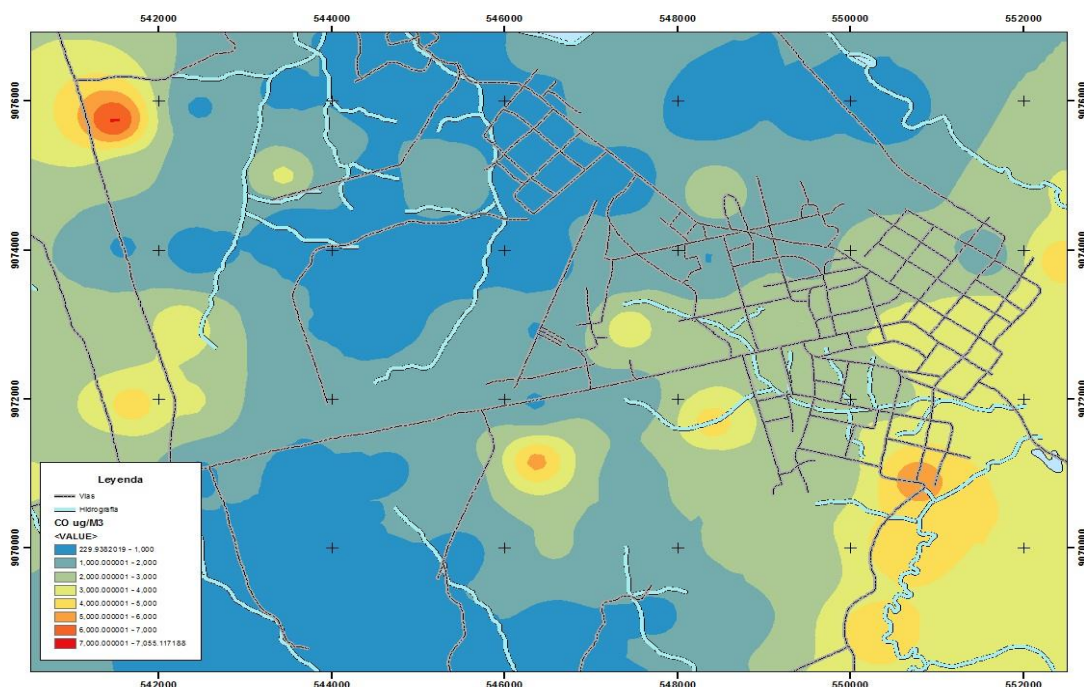
En la Figura 13. Zonas según la actividad y los niveles de los gases de Sulfuro de Hidrógeno, la concentración de H<sub>2</sub>S en la zona urbana tuvo una media de 23.75 μg/m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S con su máxima de 122.17 μg/m<sup>3</sup> y mínima de 2.05 μg/m<sup>3</sup>; la zona de conservación con una media de 26.18 μg/m<sup>3</sup> con su máxima de 68.59 μg/m<sup>3</sup> y mínima de 8.15 μg/m<sup>3</sup>, la zona de productiva

con una media de 17.98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con su máxima de 87.05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y mínima de 1.19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la zona de recuperación con una media de 20.54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con su máxima de 63.74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y mínima de 6.92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mediante el análisis estadístico de las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno mediante el análisis ANOVA con una comparación de subgrupos, se obtuvieron resultados de resultados entre subconjuntos, las zonas de recuperación y conservación tienen un p valor de 0.246 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de conservación y productiva tienen un p valor de 0.016 lo cual indica que existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de productiva y recuperación tienen un p valor de 0.266 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de productiva y urbana tienen un p valor de 0.009 lo cual indica que existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de conservación y urbana tienen un p valor de 0.969 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos; las zonas de recuperación y urbana tienen un p valor de 0.135 lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre estos. Así mismo la prueba de HSD Tukey nos indica que se presenta dos subconjuntos que se dividen en dos grupos, el grupo "1" está la zona de recuperación y productiva y el grupo "2" las zonas de Urbana e industrial, protección y conservación ecológica respecto a las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno en la ciudad de Pucallpa.



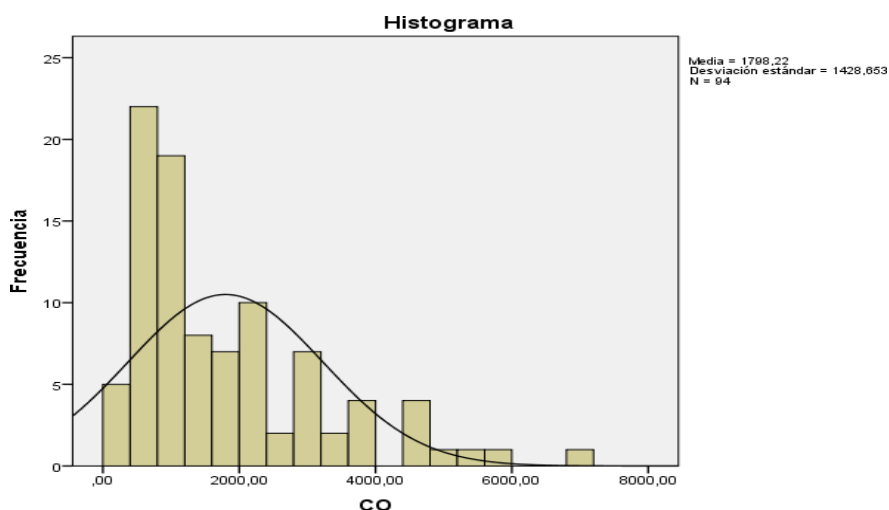
#### 4.4. Niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) por otras fuentes en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali



**Figura 14.** Niveles de Monóxido de Carbono (CO) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali.

En la figura 14. Se aprecian los niveles de Monóxido de Carbono (CO) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali, se pudo identificar que los niveles de CO son afectados por diferentes actividades, acciones que se representa como diferentes tipos de fuentes tanto móviles y fijas de carácter natural o antropogénica, en primera instancia la fuente fija con mayor impacto en los niveles de CO es la actividad de producción de carbón artesanal que son alimentadas de materia prima por parte de los aserraderos aumentado y manteniendo su productividad casi constante, luego se pudo identificar que las fuentes móviles tanto terrestres como fluviales impactan con gran importancia en los niveles de CO, siendo el caso del transporte terrestre un nivel elevado en las vías de alto tránsito vehicular asfaltadas con presencia de vehículos mayores como camiones y tractores, el transporte fluvial se aprecia el impacto con mayor intensidad en los puertos de vehículos menores como

el puerto Grau donde predominan los peque peques, fuera de bordas, rápidos y bote de cola: seguido se pudo identificar que los puntos donde la crianza de aves (galpones) y áreas ganaderas predominan también generaron un impacto leve en los niveles de CO. Otras fuentes impactan de menor manera en los niveles de CO en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali.



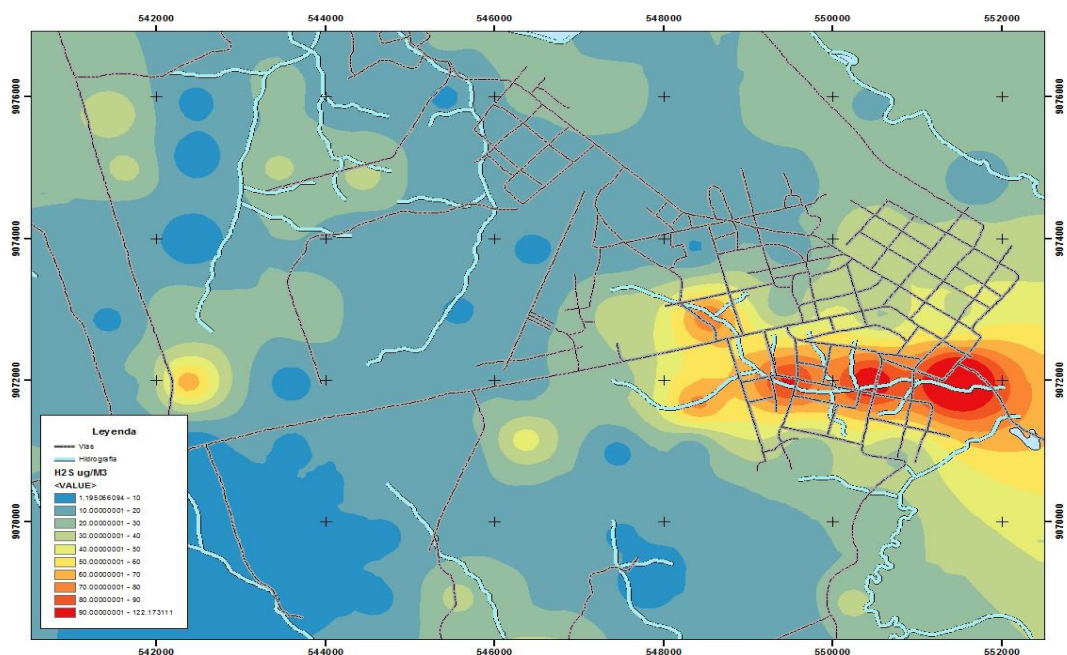
**Figura 15.** Histograma de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali

En la figura 15. El histograma de los niveles de Monóxido de Carbono, tiene su mayor frecuencia con los niveles de 400 a 800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , además el promedio de la concentración de gases CO de todas las zonas de 1798.22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con una máxima de 7120.00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un mínimo de 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Como indica Téllez y otros (2006) las principales fuentes productoras responsables de aproximadamente 80% de las emisiones, son los vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o diésel y los procesos industriales que utilizan compuestos del carbono. De acuerdo con la Environmental Protection Agency, en los Estados Unidos las emisiones de monóxido de carbono al ambiente son producidas en un 95 % por los vehículos automotores (EPA,2001). Esto se refleja en los resultados del estudio donde el tránsito vehicular terrestre y fluvial genera un alto nivel de CO en la zona de influencia de estos. Así mismo la utilización o quema de compuestos que contengan carbono como la madera al entrar

en el proceso de pirolisis, La FAO (1985) ha reconocido a través de formación de carbón de 110 a 270°C la madera suelta lo último que queda de agua y comienza a descomponerse liberando monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido acético y metanol Calores absorbido.

Así mismo el uso de los combustibles como GLP y en gran proporción leña, liberan una cantidad considerable de Monóxido de Carbono, este uso de la leña se lleva más en las zonas alejadas del casco urbano y sin la presencia de las principales fuentes ya mencionadas, generan puntos considerables de la presencia de CO en horarios de 11 a 1 pm. Con el uso creciente de electrodomésticos y gasodomésticos, además de otros elementos como chimeneas y sistemas de calefacción, las viviendas se han tornado en un factor de riesgo importante de intoxicación intradomiciliaria por monóxido de carbono (Gómez y Valcarce, 2003). Esta intoxicación debido a los altos niveles de Monóxido de Carbono que genera el uso de estos para la preparación de alimentos en su mayor parte.

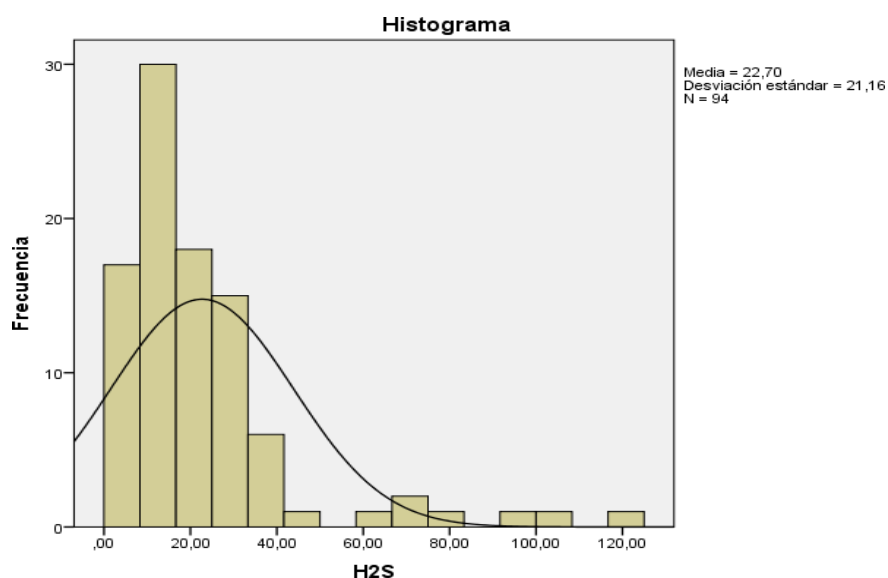


**Figura 16.** Niveles de Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali

En la figura 16. Se puede apreciar los niveles de Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región



Ucayali, se puede identificar que los niveles de H<sub>2</sub>S en general no tienen un gran impacto en la calidad del aire de la zona, además que en ninguno de los puntos de muestreo estos superan los LMP del ECA aire D.S.Nº 003- 2017-MINAM; se pudo apreciar que los niveles de H<sub>2</sub>S están presentes en bajas magnitudes los cuales solo están en contracción de pequeñas, estas se presentan principalmente en ciertas zonas como fuente puntuales antropogénicas que son los caños o vertidos residuales, donde los niveles son mínimamente perceptibles, este solo se presenta como mal olor en caños residuales de gran tamaño. Luego no se pudo identificar niveles de H<sub>2</sub>S en los puntos de estudio del centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali.



**Figura 17.** Histograma de los niveles de Sulfuro de Hidrógeno en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali

En la figura 17. El histograma de los niveles de Sulfuro de Hidrógeno, tiene su mayor frecuencia con los niveles de 11 µg/m<sup>3</sup>, además el promedio de la concentración de gases H<sub>2</sub>S de todas las zonas de 22.70 µg/m<sup>3</sup> con la máxima de 123 µg/m<sup>3</sup> y un mínimo de 1 o menor a 1 µg/m<sup>3</sup>.

Como indica el (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2010), las principales generadoras de olores ofensivos, específicamente los asociados al sulfuro de hidrógeno, ellas son: explotación de pozos de petróleo y gas natural, producción, transformación

y conservación de carne y de derivados cárnicos, transformación y conservación de pescado y de derivados del pescado, elaboración de aceites y grasa de origen vegetal y animal, elaboración de productos lácteos, elaboración de productos de café, elaboración de otros productos alimenticios, curtido y acabado del cuero, fabricación de pastas celulósicas; papel y cartón, fabricación de asfalto y sus mezclas para pavimentación, techado y construcción, fabricación de combustibles aglomerados de carbón o lignito, fabricación de ácido sulfúrico, fosfórico, conexas a las fábricas de abonos y fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados.

En muchos de los casos los caños residuales y sistemas de tratamiento presentan ciclos naturales de descomposición por microorganismos anaeróbicos, principalmente por la cantidad de carga orgánica y de otros compuestos que disminuyen el oxígeno en el agua, como indica la (OPS, 2012), que el  $H_2S$  es el constituyente más característico de los gases producidos en los sistemas anaerobios y uno de los principales compuestos responsables de la generación de malos olores. Así mismo las aguas residuales son principalmente atribuidas a la carga de excretas y orina, lo cual Avery y otros (2004) y Jacho (2010), coinciden que las heces fecales y orina que se disponen liberan amoníaco, ácido sulfhídrico y COV. La alta carga de materia orgánica provoca la creación de condiciones anaerobias en cuerpos o cursos de agua, debido al elevado consumo de oxígeno disuelto. Estas condiciones, además de afectar la vida acuática, favorecen la producción de algunos gases nocivos como ácido sulfhídrico y metano (Comisión de Medio Ambiente, 2005).

Este problema de la presencia del  $H_2S$  en las aguas residuales se presenta principalmente por la diversidad de compuestos en el agua y más aún derivados y formantes del azufre. La OPS (2012) indica que en caso de plantas de tratamiento de aguas servidas con alto contenido de compuestos oxidados de azufre como tiosulfatos, sulfito o sulfatos, (aguas producidas especialmente en empresas petroquímicas, de procesamiento fotográfico, de producción de papel y celulosa, ingenios azucareros, entre otras), las bacterias reducen estos compuestos a sulfuro ( $H_2S$ ).

Los combustibles liberan estos contaminantes, todos aquellos que provienen del crudo de petróleo ya que según Rodríguez- Trigo y otros (2007) indican que una buena proporción de los crudos son COV, entre los cuales se encuentran compuestos olorosos, tales como el metano y el ácido sulfhídrico, pero estos son reducidos por los sistemas de purificación de gases de los vehículos, reduciéndose al mínimo la emisión del H<sub>2</sub>S.

Un detalle importante es que una vez liberado al ambiente, el ácido sulfhídrico en la atmósfera se comporta como cualquier otro contaminante y es dispersado y eventualmente removido. Los tiempos de residencia en la atmósfera están por encima de 40 días, dependiendo del clima, latitud y condiciones atmosféricas (OPS, 2012).

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

1. Se concluye que los niveles de Monóxido de Carbono en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali, son en promedio de  $1798.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con una máxima de  $7120.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y un mínimo de  $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y los niveles de Sulfuro de Hidrógeno son en promediados de  $22.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con una máxima de  $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y un mínimo de  $>1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Los factores ambientales que incidieron en dispersión de los gases son la precipitación que afecta en gran magnitud la dispersión del Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno, así mismo la velocidad del viento afecta en la distancia horizontal de la dispersión de los gases en la ciudad de Pucallpa.
3. La incidencia del tránsito vehicular tiene una correlación positiva considerable con un valor de  $R^2 = 0.567$ , con una tendencia ascendente donde a mayor tránsito vehicular, mayor la concentración de Monóxido de Carbono en el centro urbano y existe una correlación débil con un valor de  $R^2 = 0.1131$ , con una tendencia ascendente leve, donde a mayor tránsito vehicular mayor la concentración de Sulfuro de Hidrógeno en el centro urbano.
4. La zona urbana industrial es la que presenta mayores niveles de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en la ciudad de Pucallpa.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda que los productores de carbón se reubiquen a una zona más alejada donde el impacto de este no afecte a la población aledaña.
- 2.** Que se realice un mapa más detallado sobre la concentración de gases en la ciudad de Pucallpa.
- 3.** Aumentar las áreas verdes en las zonas más impactadas como las vías principales, puertos, zonas de aserraderos y carboneros.
- 4.** Realizar un inventario de fuentes generadoras de gases contaminantes en la ciudad de Pucallpa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avery, R., Wing, S., Marshall, S., & Schiffman, S. (2004). Odor from Industrial Hog Farming Operations and Mucosal Immune Function in Neighbors. *Arch Environ Health*, 59(2), 101-108.
- Buitrago Arango, J. (2003). *Aplicación del modelo Gaussiano para determinar la calidad del aire de manizales*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/969/1/jaimehernanbuitragoarango.2003.pdf>
- Canales Manchuria, G.-M. (2019). *Monitoreo y evaluación de los gases monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), hidrógeno sulfurado(H<sub>2</sub>S) presentes en el distrito de la selva alegre-Arequipa.Universidad Nacional de San Agustín Arequipa: Tesis de pregrado*. Arequipa: UNSA. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10265>
- Comisión de Medio Ambiente. (2005). *Recomendaciones IUE para el Control de Olores en la Industria de Curtidos*. Cape Town Soth África: International Union of Leather Technologists & Chemists Societies .
- De Nevers, N. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación de aire*. México D.F.: McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- DRAGER. (2009). *draege*. Retrieved from [https://www.draeger.com/Library/Content/9046703\\_infoflip\\_gds\\_es\\_l3.pdf](https://www.draeger.com/Library/Content/9046703_infoflip_gds_es_l3.pdf)
- EEA. (2016). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook*. Luxembourg: Road Transport.
- Ehiabhi, U., Ebehirieme, U., Eromomene, F., Ighodaro, O., & Okoro, D. (2010). Spail and Diurnal variations of carbon monoxide (CO) pollution from motor vehicles in a urban centre. *Polish J.Enviromental stud*, 19(4), 817-823.

- EPA . (2001). *National air quality 2001 status and trends. Carbon Monoxide* .  
USA: U.S Environmental Protection Agency.
- ESRI. (2016). *desktop.arcgis*. Retrieved from  
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm>
- FAO. (1985). *Industrial Charcoal Making* (Vol. 63). Roma, Italia: FAO.
- Farroñan Diaz, C. (2017). *CONCENTRACIONES DE GASES Y NIVELES DE RUIDO SEGÚN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2012-2014*. Lambayeque: Universidad Nacional de Lambayeque.  
Retrieved from <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/79>
- Fleta, J., Fons, C., Arnauda, P., Ferrer, A., & Olivares, J. (2005). Intoxicación por monóxido de carbono. *Anales de Pediatría*, 62(6), 587-90.
- Flores Yucra, R. (2017). *Determinación del nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor en la ciudad de Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9281/Flores\\_Yucra\\_Ruben.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9281/Flores_Yucra_Ruben.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- García Ruiz, A. (2019). *Evaluación de la concentración de CO, NO2 y SO2 en el aire por tráfico vehicular en el distrito de Morales 2018*. Tarapoto: UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN. Retrieved from  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2608>
- Gómez , J., & Valcarce, F. (2003). Tóxicos detectados en muertes relacionadas con fuegos e intoxicaciones por monóxido de carbono. *Rev. Toxicol*, 20, 38-42.
- Gomez Castañeda, A., & Gonzáles Yjuma, H. (2020). *Determinación de la concentración de Monóxido de Carbono (CO) del parque automotor de las ciudades de Pucallpa y Aguaytía*. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali. Retrieved from <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4274>
- Guadalupe Baylon, N. (2014). *"ANÁLISIS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN Y SU*

*INFLUENCIA EN LOS ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI*". Pucallpa - Perú: Universidad Nacional de Ucayali.

- Guenther, A., Geron, C., Pierce, T., Lamb, B., Harley, P., & Fall, R. (2000). Natural emissions of non-methane volatile organic compounds, carbon monoxide, and oxides of nitrogen from North America. *Atmospheric Environment*, 34, 2205-2230.
- Herrera Murillo, J., Rodríguez Roman, S., & Rojas Marín, J. (2012). Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generadas por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 25(1), 56-43.
- IDEAM. (2012). *Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007 - 2010*. Bogotá, D. C.: Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- INECC. (2007). *Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos*. México: SEMARNAT.
- INSHT. (2004). *NTP 329: Modelos de dispersión de gases y/o vapores en la atmósfera: fuentes puntuales continuas*. Madrid/ España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España.
- Jacho , M. (2010). *Recomendaciones Prácticas para Reducir el Impacto Ambiental en Granjas Porcinas* . Barcelona: La Gestión de los Gases.
- Londoño, J., Correa , M., & Carlos Alberto, P. (2011). ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PROVENIENTES DE FUENTES MÓVILES EN EL ÁREA URBANA DE ENVIGADO, COLOMBIA. *Revista EIA*, 16, 149-162. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n16/n16a12.pdf>
- Machado , A., García, N., García, C., Córdova, A., Linares , M., Alaña, J., . . . Huertas, J. (2007). Determinación y estudio de dispersión de las concentraciones de monóxido de carbono en la zona oeste de la ciudad de Maracaibo, Venezuela. *Multiciencias*, 7(2), 115-125.



- MINAM. (2016). *Informe Nacional de la calidad del aire 2013-2014*. Lima: Viceministerio de Gestión Ambiental.
- MINAM. (2017). *DS-003-2017 Estándares de calidad ambiental para aire*. Lima: El Peruano.
- MINAM. (2019, Octubre 9). *Ministerio del ambiente*. Retrieved from Estándar de calidad ambiental: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>
- MINAMBIENTE. (2006). *Guía para el inventario de emisiones generadas por fuentes móviles*. Colombia: Gobierno de Colombia. Retrieved from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf>
- MINAM. (2012). *Glosario de términos de gestión ambiental peruana*. Lima: Viceministerio de Gestión Ambiental.
- MINEM. (2008). *ATLAS EÓLICO DEL PERÚ*. Lima: DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURA L/ DIRECCIÓN DE FONDOS CONCURSABLES.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2010). *Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión*. Colombia: REPÚBLICA DE COLOMBIA .
- MTC. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018*. Lima: El Peruano.
- OEFA. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*.
- OPS. (2012). *LINEAMIENTO PARA LA VIGILANCIA SANITARIA Y AMBIENTAL DEL IMPACTO DE LOS OLORES OFENSIVOS EN LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA DE LAS COMUNIDADES EXPUESTAS EN AREAS URBANAS*. Colombia: Ministerio de Salud y Protección de Colombia.
- PCM. (2001). *Estandares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire D.S.N° 074-2001-PCM*. Lima: El Peruano.
- Rodríguez- Trigo, G., Zock, J., & Isidro, I. (2007). *La exposición a las mareas negras y sus efectos en la salud*. Barcelona: Arch Bronconeumol.

- SEMARNAT. (2006). *"Inventario nacional de emisiones de Mexico, 1999"*. Mexico D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- SENAMHI. (2020). *Promedio de temperatura normal para PUCALLPA*. Lima: MINAM.
- Seoáñez, C. M. (2002). *Tratado de la contaminación atmosférica Problemas, tratamiento y gestión*. Madrid: A.G. Cuesta S.A. .
- Shirai, H., Ikeda, M., & Aramaki, H. (2013). "Characteristics of hydrogen sulfide formation in pulverized coal combustion". *Central Research Institute of Electric Power Industry, 114*, 114-119.
- Téllez , J., Rodríguez, A., & Fajardo, A. (2006). Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. *Revista de Salud Pública, 8*(1), 108-117.
- TP- Laboratorio Químico. (2020). *tplaboratorioquimico*. Retrieved from <https://www.tplaboratorioquimico.com/quimica-general/compuestos-quimicos/reaccion-de-combustion.html>
- Velasco, E., & Bernabé, R. (2004). *Emisiones biogénicas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Weather Spark. (2020). <https://es.weatherspark.com/>. Retrieved from <https://es.weatherspark.com/y/23295/Clima-promedio-en-Pucallpa-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1>

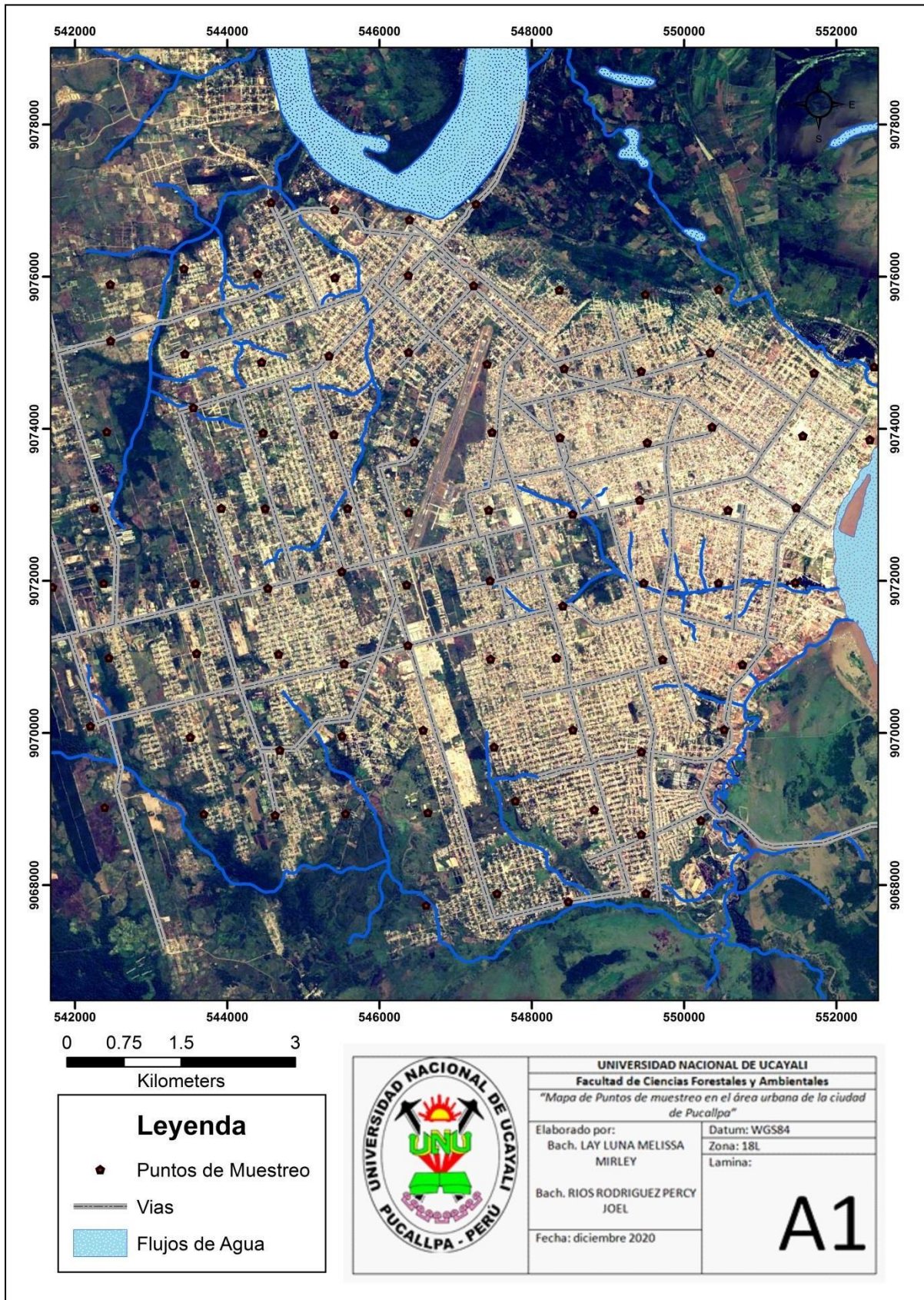
## **ANEXOS**

- Anexo 1:Matriz de Consistencia
- Anexo 2: Mapa de puntos de muestreo
- Anexo 3:Ficha de datos de análisis de gases y datos de campo
- Anexo 4:Ficha de fuentes generadoras
- Anexo 5:Análisis Estadístico
- Anexo 6:Mapa de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali
- Anexo 7:Mapa de los niveles de Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali
- Anexo 8:Panel Fotográfico
- Anexo 9:Certificado de calibración de equipo

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Evaluación de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali"						
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Unidades
General	Específico					
¿Cuáles son los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali"	Evaluación de los niveles de Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S) en el centro urbano de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali	Los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire de la provincia de Coronel Portillo- Región Ucayali	Independiente:  Fuentes generadoras de gases	Fuentes fijas	Flujo vehicular	Nº Vehículos / Minuto
General	Específico			Fuentes móviles	Tipo de zona	Urbana e industrial Protección y conservación Recuperación Productivas
¿Cuáles son los factores ambientales que inciden en la dispersión de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa?	Evaluar la incidencia de los factores ambientales en la dispersión de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa	Evaluar la incidencia de los factores ambientales en la dispersión de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire del centro urbano de la ciudad de Pucallpa			Temperatura ambiental	°C
¿Cuál es la incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa?	Evaluar la incidencia del tránsito vehicular en la concentración de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa	Existe relación entre el tránsito vehicular y las concentraciones de los gases de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa	Factores ambientales		Velocidad del viento	m/s
				Condiciones ambientales		
¿Cuáles es la zona según la actividad con mayores niveles de los gases de monóxido de carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa?	Determinar la zona según la actividad con los mayores niveles de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa	Las zona según la actividad con mayores niveles de Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el centro de la ciudad de Pucallpa, es la zona urbana e industrial	Dependiente:  Concentración del Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno en el aire	Dispersión	Dispersión del Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrógeno	Dispersión Alta Dispersión Media Dispersión Baja

## ANEXO 2: MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO



**ANEXO 3: FICHA DE DATOS DE ANÁLISIS DE GASES Y  
DATOS DE CAMPO**

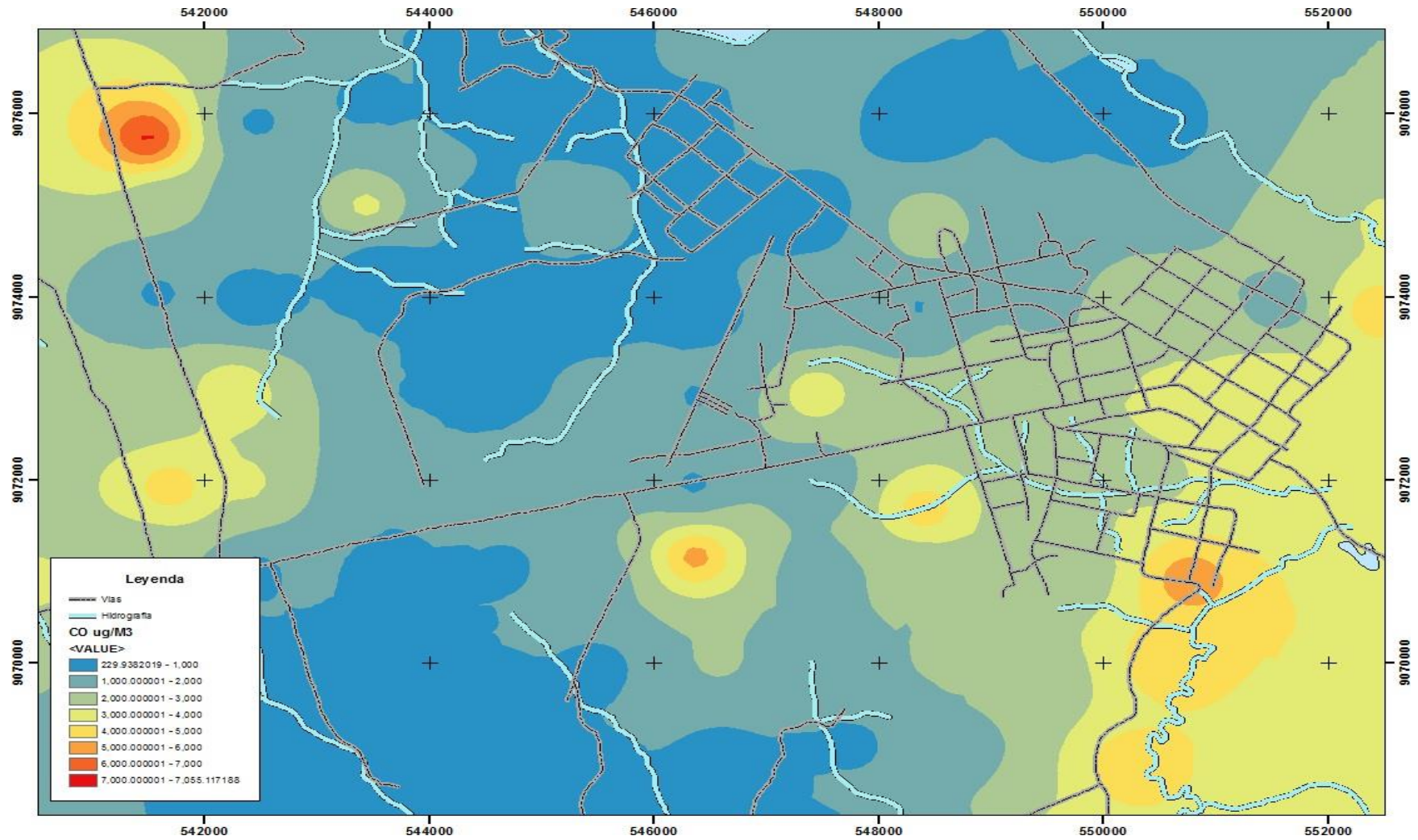
Distrito		
Dirección referencial		
Coordenadas	X=	Y=
CODIGO de muestra	X=	Y=
Rango horario	6 a 7 am	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		
Rango horario	9 a 10 am	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		
Rango horario	12 a 1 pm	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		
Rango horario	3 a 4 pm	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		
Rango horario	6 a 7 pm	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		
Rango horario	9 a 10	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		
Rango horario	12 pm a 4 am	
Hora de muestreo		
Temperatura °C		
Velocidad del Viento m/h		
Concentración de CO		
Concentración de H <sub>2</sub> S		



### ANEXO 4: FICHA DE FUENTES GENERADORAS

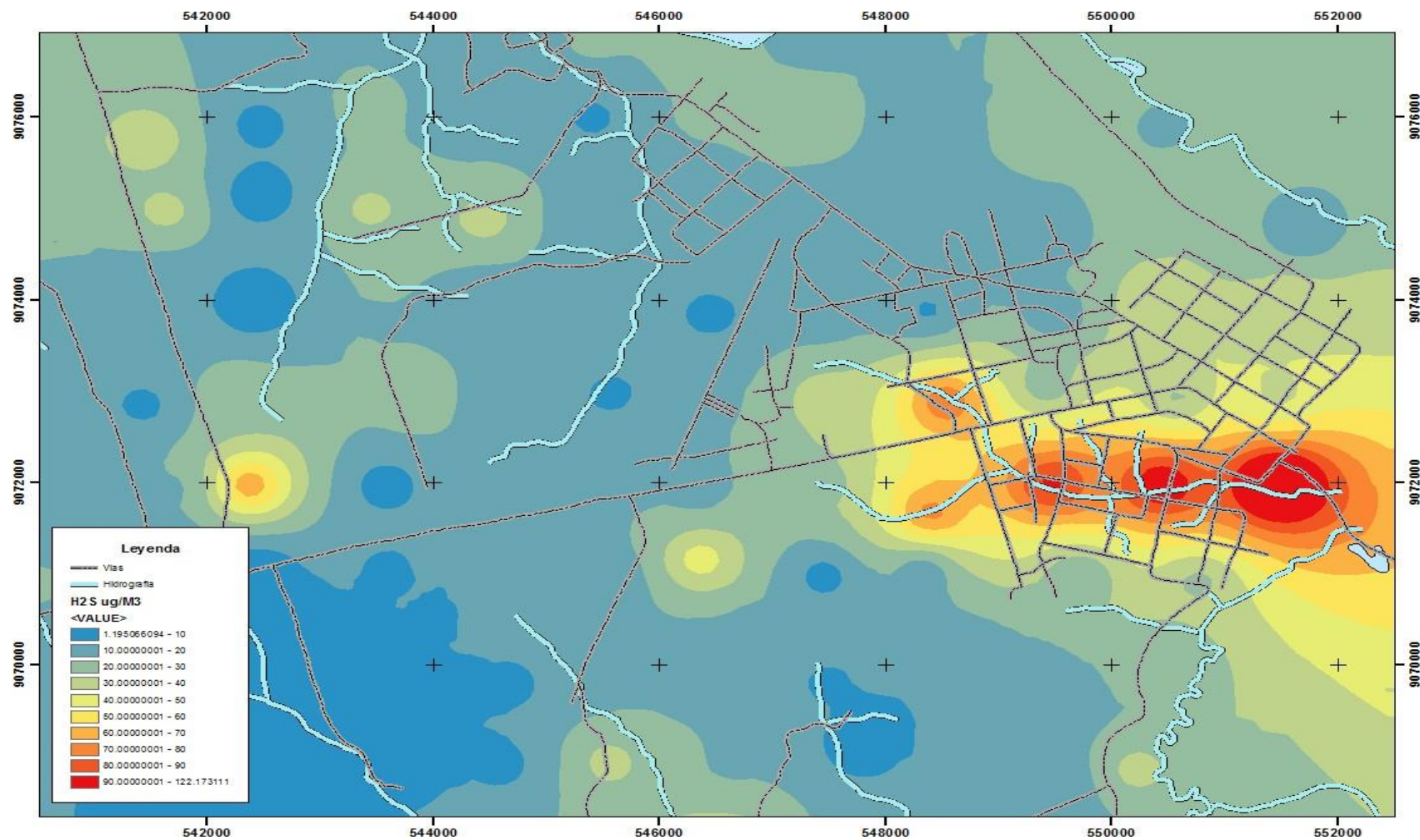
Distrito		
Dirección referencial		
Coordenadas	X=	Y=
CODIGO de muestra	X=	Y=
Descripción de tipo de fuente		
Fuentes fijas	Chimeneas de restaurantes ( ) Generadores con combustible ( ) Aserraderos o Carpintería ( ) Criadero de animales ( ) Empresas textiles ( ) Empresas procesadoras de alimentos ( ) Manufactura metalúrgica ( ) Lavandería de vehículos ( ) Quema de residuos ( ) Otros: _____	
Fuentes móviles	Conteo vehicular	
6 a 7 am		
9 a 10 am		
12 a 1 pm		
3 a 4 pm		
6 a 7 pm		
9 a 10 pm		
12 pm a 4 am		

**ANEXO 6: MAPA DE LOS NIVELES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) EN EL CENTRO URBANO DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO- REGIÓN UCAYALI**





**ANEXO 7: MAPA DE LOS NIVELES DE SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S) EN EL CENTRO URBANO DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO- REGIÓN UCAYALI**



## ANEXO 8: PANEL FOTOGRÁFICO

Realización de las evaluaciones de campo de los gases



Figura 17: Monitoreo de aire en la C.F.B. km 8.200 / km.3.300 (Mercado Micaela)



Figura 18: Monitoreo de aire en la C.F.B. km 13.100 / km.10.400





Figura 19: Monitoreo de aire en la Av. Tupac Amaru / Mercado minorista del Km.6



Figura 20: Monitoreo de aire Av. Andalucía / Jr. San alejando espaldas de electro Ucayali



Figura 21: Monitoreo de aire final de la Av. 2 de Mayo / Av. Play Wood



Figura 22: Monitoreo de aire A v. Yarinacocha / Pista a San José





Figura 22: Monitoreo de aire Jr. Lobo Caño / Av. Separador ecológico Últimas cuerdas.



Figura 23: Monitoreo de aire Av. Túpac Amaru / Av. La Florida



Figura 23: Monitoreo de aire Av. Perú / Jr. Miguel Grau

id	x	Y	Tránsito	CO ug/ m <sup>3</sup> / máximo	CO ug/ m <sup>3</sup> / / mínimo	CO ug/ m <sup>3</sup> / / media	H <sub>2</sub> Sug/ m <sup>3</sup> / mínimo	H <sub>2</sub> S ug/ m <sup>3</sup> / máxima	H <sub>2</sub> S ug/ m <sup>3</sup> / promedio	Dirección o ubicación
1	540548	9070878	27	4120	325	3160	0	67	21	C.F.B.KM 12 / Penal
2	541525	9071131	29	5760	390	2360	0	14	2	C.F.B.KM 10 .5/ Base Militar
3	542444	9070987	11	3980	90	720	0	7	1	Av. Central AA.HH.
4	542378	9071968	2	9420	210	3160	0.6	89	67	Carretera San Juan del km10/ planta de gas/ Km 0.5
5	541707	9071916	1	9430	620	4650	0	35	19	KM 0.7/Vía de Evitamiento Yarinacocha
6	542259	9072956	2	6720	490	3910	0	59	26	Carretera San Juan del km10/ km 1.5
7	541451	9072832	2	4590	310	2100	0	19	8	KM 1.7/Vía de Evitamiento Yarinacocha
8	541589	9074033	2	2150	260	850	0	28	11	Carretera San Juan del km10/ Urb. San Juan / Margen izquierdo/km 2.6
9	542419	9073959	1	1110	150	320	0	3	1	Carretera San Juan del km10/ fundo Señor de Morocote / Margen derecho 50 0m/km 2.5
10	541649	9074969	2	3570	380	2050	0	89	33	Carretera San Juan del km10/km 3.7
11	541497	9075731	2	16500	690	7120	0	68	36	Carretera San Juan del km10/km 4.6
12	543582	9071964	1	5610	210	1080	0	14	6	av. Ucayali/ Margen derecha CFB. KM 8
13	544535	9071902	37	6730	420	1620	0	38	16	C.F.B.KM 7.5/Frente al grifo
14	545506	9072122	39	6180	340	1790	0	61	19	C.F.B.KM 6.4/Frente local Monte María
15	544499	9072952	6	2060	130	630	0	37	14	Av. Señor de los milagros
16	543923	9072954	2	3230	150	960	0.21	113	29	AV. Separador ecológico /Jr. San borja
17	544472	9073946	9	3190	260	790	0	21	11	Av. Las alamedas
18	543556	9074277	9	1180	80	210	0	31	21	Av. 2 de mayo /Jr. San Borja
19	543446	9074985	1	9410	310	3260	0	69	33	Av. José de San Martin
20	542470	9075156	2	2680	320	1210	0	12	2	Jr. Andalucía/ ultima cuadra/pasando la cantera de arena

21	542466	9075898	1	3090	280	830	0	21	7	AA.HH. Vencedores
22	544453	9074876	1	4860	120	720	0	78	34	JR. UCAYALI/ AV.3 DE NOVIEMBRE
23	545402	9073924	12	8610	210	690	0	26	16	AV. PLAY WOOD / C18
24	545583	9072953	11	7850	160	1130	0	29	8	AV. PLAY WOOD / C8
25	546385	9072898	1	4860	130	940	0	33	17	Av. Shirambari/ margen derechas 200m
26	546458	9073829	1	2750	210	670	0	26	8	Av. Shirambari/ ingreso 1.8km
27	546384	9075006	10	5610	130	530	0	44	19	JR. LOS CEDROS/ JR. LOBO CAÑO
28	546379	9076018	15	5360	310	860	0	61	21	AV. 2 DE M AYO/JR.PURUS
29	545415	9075988	2	4020	130	510	0	31	8	Prolongación los pinos/ AA.HH. Belén
30	544399	9076039	2	8970	260	920	0	19	13	Nueva requena/ 2 de enero/San Pablo de Tushmo
31	543432	9076105	1	3160	150	795	0	39	23	AA.HH. Villa Del Señor
32	544577	9076977	3	5990	340	610	0	33	11	15 De Marzo/ Carretera A San José
33	545412	9076884	6	3560	310	530	0	54	22	Jr. San Alejandro/AA.HH. Nueva Era/UNIA
34	546394	9076750	2	4310	290	1260	0.11	79	26	Circunvalación/ Frente A Electro Ucayali
35	547269	9076953	6	6750	450	1560	0	37	17	Carretera la restinga/ frente al ingreso de la balsa dorada
36	547238	9075883	17	5940	280	1340	0	55	26	Av. Yarinacocho/ Lobo Caño/CNIY
37	547435	9072932	3	10560	290	3640	0.18	97	33	Av. Amazonas /Av. Arborización
38	547480	9073954	21	4210	360	1390	0	21	11	Av. Arborización/ Av. Universitaria
39	547413	9074851	9	5400	210	460	0	19	13	Av. Arborización/ Montebello
40	548363	9075823	1	2150	120	410	0	39	18	
41	548538	9072878	53	5720	490	234	3.89	298	78	Cfb.Km 3 / Parque Natural
42	548373	9073883	9	4870	210	960	0	21	9	Antigua Carretera De Yarinacocho/Jr. Pachite/ Plaza La Lupuna
43	548426	9074792	45	6150	360	2960	0	39	17	Av. Yarinacocho/ San Martin (CEDE UNIA
44	549421	9073063	62	8750	470	3010	0	55	25	CFB KM 2/Mercado Micaela
45	549518	9073818	18	4650	230	1750	0	39	14	JR. Unión/ av. Salvador allende
46	549438	9074757	12	4550	190	1010	0	23	12	Av. Miraflores/ Jr. Los Libertadores
47	549493	9075768	1	2020	90	860	0	45	25	Jr. Cesar Vallejo/Ultima Cuadra



48	550368	9074024	33	9530	230	2780	0	66	39	Av. Unión/Jr. Eduardo Del Águila
49	550345	9075001	13	3940	190	1130	0	59	29	Av. Miraflores/ Av. Comandante Suarez
50	550456	9075831	1	1280	50	390	0	33	19	
51	551709	9074733	9	3780	190	2106	0	28	12	Av. Sáenz Peña/ Jr. El Prado
52	542444	9070987	5	2780	110	1980	0	39	21	
53	542205	9070091	2	1180	60	520	0	9	2	CFB.KM 10.100/Margen Izquierda KM.1.2
54	542391	9069020	1	980	90	333	0	11	5	CFB.KM 10.100/Margen Izquierda KM.2.3
55	543599	9071047	2	2640	80	675	0	26	9	Av. Perú/ AA.HH. Nueva Magdalena
56	543515	9069945	1	2060	210	698	0	13	9	Segunda Etapa Av. Túpac Amaru C30/ Margen Izquierda 400m
57	543690	9068933	1	1650	180	395	0	17	7	SEGUNDA ETAPA AV. TUPAC AMARU C30/ MARGEN IZQUIERDA 1400M
58	544674	9071035	13	3140	310	766	0	33	11	Jr. Fernando Belaunde Terry
59	544692	9069775	3	2120	210	885	0	17	8	Av. La florida / curva
60	544630	9068918	1	2870	180	775	0	23	8	AA.HH. Lagunas
61	545536	9070910	6	4980	230	1668	0	29	13	Segunda Etapa Av. Túpac Amaru C4/ Jr. Radar
62	545508	9069960	1	2140	170	695	0	21	16	Av. Radar/Parque La Florida
63	545556	9068938	1	1850	260	933	0	41	33	Galpones Silva
64	546358	9071948	3	3240	290	860	0	33	16	av. Universitaria c3
65	546373	9071152	46	10620	430	539 0	0	77	45	Av. Túpac Amaru/ Mercado Minorista
66	546574	9070036	17	4560	360	216 0	0	29	12	Av. Habilitación Urbana Municipal/ A 2 Cuadras Del Tanque Elevado
67	546637	9068951	2	2640	350	636	0	22	19	Jr. Darío Rodríguez López/ Jr. Rosa Goytia
68	546612	9067731	1	2870	210	496	1.98	168	66	Jr. Darío Rodríguez López/ PTAR Sector 9
69	547453	9072003	4	4520	370	1060	0	66	27	AV. Lloque Yupanqui/ JR. Arturo Vargas Guerra

70	548410	9071670	46	11060	610	4580	0.98	153	73	Av. Tupac Amaru II/ JR. Héroes del Cenepa
71	547461	9070971	4	3150	230	1360	0	23	7	Av. Forestación / Iglesia Adonai
72	548324	9070987	29	4960	290	2180	0	21	14	Av. Aviación/Jr. Orquídeas
73	547505	9069814	2	2150	110	1010	0	11	9	
74	548542	9070041	22	3570	180	2140	0	14	11	Av. Aviación/ Av. Alameda De Los Girasoles
75	547784	9069106	2	2490	260	840	0	8	5	Calle 14 De Fe Brero/ Jr. Las Caobas
76	548821	9068991	3	2980	310	1340	0	21	13	Av. Aviación / Jr. Tarapoto
77	547544	9067888	2	2680	210	740	0	19	16	AA.HH. Grimanesa Paredes Nitzuma
78	548481	9067780	1	2890	260	885	0	19	14	Calle Las Azucenas/ Aa.Hh. Grimanesa
79	549501	9067889	1	9790	490	3655	0	39	15	Av. Damaso Dávila/ Ultima Cuadra
80	549439	9068665	2	6750	290	2980	0	21	11	Av. Damaso Davila/ Av. Manantay
81	550222	9068849	3	12940	580	4950	0.21	113	33	Av. Manantay/ Carretera Pucallpillo/
82	549442	9069752	8	5780	210	2101	0	23	11	Av. Ramiro Pírale/ Av. Dámaso Dávila
83	550528	9070044	2	13780	490	4605	0	54	23	Av. Manantay/ Ex Papelera
84	550769	9070900	12	14320	620	5680	0.12	65	28	Av. Manantay/ Aa.Hh. Mirna Soria Valdez/Calle 15
85	549720	9070965	19	4590	310	2016	0	39	21	Av. Los Laureles/Av. Colonización
86	549470	9071971	7	4950	690	1998	0.16	186	93	Av. Colonización/ Quebrada Yumantay
87	550455	9071970	16	9860	480	2790	0.49	264	101	Av. Antonio Maya De Brito/ Quebrada Yumantay
88	551462	9071978	6	8960	680	3190	1.26	297	123	Av. San Fernando/Quebrada Yumanatay
89	550579	9072929	27	6890	130	3290	0	69	29	Jr. Serafín Filomeno/ Jr. Alfon So Ugarte/ Estadio De Pucallpa
90	551475	9072962	37	10680	140	3980	0	54	38	Jr. 7 De Junio/Av. San Martin
91	551561	9073907	6	3150	130	1310	0	67	37	Jr. Mariscal Cáceres/Jr. Progreso
92	552441	9073857	1	7850	210	4620	0	46	39	Jr. Manco Cápac/ Jr. Arica/ Rivera Del Rio Ucayali/Embarcadero
93	552497	9074815	6	6870	230	3162	0	38	21	Jr. Independencia/ Puerto De Carga Rio Ucayali
94	545339	9074959	12	4980	280	1665	0	23	16	Av.2 De Mayo/Aa.Hh. Teodoro Binder li

# ANEXO 9: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 10950 - 2020

Fecha de emisión: 2020-07-05

**SOLICITANTE:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Dirección : Carretera Federico Basadre km. 6.200 -Callería - Coronel Portillo - Ucayali

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** Analizador de gases  
Marca : BOSEAN  
Modelo : BH-4S  
N° de Serie : 20207685  
Intervalo de Indicación : O2: (0-30)% VOL  
EX: (0-100) %LEL  
H2S: (0-100) PPM  
CO: (0-100) PPM  
División de Escala : 0.1%  
Procedencia : USA  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2020-07-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando el "Procedimiento para la calibración de Gases"

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	65,3% HR	65,1% HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Página: 1 de 2



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia DM - INACAL	O2: 0% VOL / 100% VOL CO : 0PPM 50 PPM	LAC-073-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Calibración de concentración de Oxígeno

Valor Verdadero %VOL	Valor Medido %VOL	Error %VOL	Incertidumbre %VOL
0%	0.1%	0.1%	0.025%
50%	50.3%	0.3%	0.075%
100%	99.8%	0.2%	0.05%

Calibración de concentración de Monóxido de Carbono

Valor Verdadero PPM	Valor Medido PPM	Error PPM	Incertidumbre PPM
0PPM	0.05%	0.05%	0.0025%
50PPM	50.08%	0.08%	0.04%
100PPM	99.82%	0.08%	0.04%



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

OBSERVACIONES

El presente certificado tiene un valor referencial, pero con certeza de su calidad y calibración en los parámetros solicitados.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

