

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Determinación de los niveles de concentración de gases,  
generados en las zonas de mayor congestión vehicular,  
Huánuco – 2019”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Celis Moscoso, Luz Anghela**

**ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2024**



# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación Ambiental  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título  
Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46708010

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Condezo Beteta, Verenisa Nohely	Maestro en educación investigación y docencia superior	45728462	0009-0001-8221-7427
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en Ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 18:00 horas del día 14 del mes de junio del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1321-2024-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES, GENERADOS EN LAS ZONAS DE MAYOR CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR, HUÁNUCO - 2019"**. presentado por el (la) Bach. **CELIS MOSCOSO, LUZ ANGHELA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADA Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 18:55 horas del día 14 del mes de JUNIO del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta  
DNI: 45728462  
ORCID: 0009-0001-8221-7427  
Secretario

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel  
DNI: 43616954  
ORCID: 0000-0002-7194-3714  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: LUZ ANGHELA CELIS MOSCOSO, de la investigación titulada "Determinación de los niveles de concentración de gases, generados en las zonas de mayor congestión vehicular, Huánuco – 2019", con asesor SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1104-2023-D-FI-UDH, del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 22 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 20. CELIS MOSCOSO, Luz Anghela.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> %	<b>20</b> %	<b>10</b> %	<b>8</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>2</b>	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>3</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>dspace.ups.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.unaj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %



**RICHARD J. SOLIS TOLEDO,**  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



**FERNANDO F. SILVERIO BRAVO**  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

A mis padres Gregoria y Ángel, por su apoyo en todo el proceso de formación académica profesional, por la cual estoy muy bendecida de titularme como Ingeniera Ambiental. A mi hermana Fátima quien es el motivo y la fuerza de unión en mi familia. A mis abuelos que partieron, aunque no estén con nosotros físicamente sé que nos están cuidando; gracias por los inolvidables momentos vividos siempre permanecerán en nuestros corazones.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser la voz interna que me mantuvo siempre constante y con las ganas para poder alcanzar mis metas.

A mis hermanos Luis y Kevin por sus consejos y formas de motivación, los cuales me ayudaron a cumplir el objetivo propuesto; por estar siempre presentes en cada paso que he dado sea este, bueno o malo.

A los docentes, por los conocimientos brindados forjando en mí aportes académicos significativos para ser un gran profesional.

A mis asesores de tesis por su conducción y asesoramiento significativo.

A J.J.R.C, por estar presente incondicionalmente en todo momento brindándome siempre su apoyo y motivándome en cada etapa de la realización del presente estudio.

A la Ing. L.C.P. Por las experiencias compartidas y brindarme todas las facilidades para poder ejecutar actividades académicas significativas.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO .....	16
1.3. OBJETIVOS .....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIOAMBIENTAL.....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	17
1.4.4. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1. LIMITACIONES DE TIEMPO.....	18
1.5.2. EL COSTE ECONÓMICO.....	18
1.5.3. FACTORES METEOROLÓGICOS.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6.1. OPERATIVO.....	18
1.6.2. VIABILIDAD TÉCNICA .....	19
1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	19
1.6.4. VIABILIDAD AMBIENTAL.....	19
CAPÍTULO II.....	20



MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	22
2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES .....	24
2.2. BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1. BASE LEGAL NACIONAL .....	25
2.2.2. LA ATMÓSFERA .....	28
2.2.3. AIRE .....	31
2.2.4. CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR .....	32
2.2.5. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN .....	36
2.2.6. MÉTODO DE MONITOREO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....	38
2.2.7. METEOROLOGÍA .....	39
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	40
2.4. HIPÓTESIS .....	42
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	42
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	42
2.5. VARIABLES .....	43
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	43
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	43
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	44
CAPÍTULO III .....	45
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	45
3.1.1. ENFOQUE .....	45
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	45
3.1.3. DISEÑO .....	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	46
3.2.1. POBLACIÓN .....	46
3.2.2. MUESTRA .....	48
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	48
3.3.1. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	48
3.3.2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	56

3.4.TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	58
CAPITULO IV .....	59
RESULTADOS .....	59
4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS.....	59
4.1.1. RESPECTO A LOS DATOS DE AFORO VEHICULAR OBTENIDOS .....	59
4.1.2. RESPECTO AL MONITOREO DE GASES .....	66
4.1.3. RESPECTO AL MONITOREO METEOROLÓGICO.....	71
4.2.CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	77
CAPITULO V .....	84
DISCUSIÓN.....	84
CONCLUSIONES .....	86
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88
ANEXOS.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lugares de monitoreo .....	19
Tabla 2 Estándares de Calidad Ambiental para Aire .....	26
Tabla 3 Contaminantes por forma y tipo (clases).....	30
Tabla 4 Flujo Vehicular, según departamento, 2018 - 2019 .....	32
Tabla 5 Efecto de los gases a la salud .....	37
Tabla 6 Diferencia entre muestreos pasivo y activo.....	38
Tabla 7 Variables Meteorológicas.....	39
Tabla 8 Operacionalización de Variables.....	44
Tabla 9 Cantidad de vehículos pesados - Jr. Damaso Beraún con el Jr. Huallayco y el Jr. Dos de Mayo con Jr. Libertad .....	47
Tabla 10 Flujo de vehículos ligeros - Jr. Damaso Beraún con el Jr. Huallayco y el Jr. Dos de Mayo con Jr. Libertad.....	47
Tabla 11 Cantidad de puntos mínimos para la propiedad adecuada de aire, según el criterio poblacional.....	49
Tabla 12 Población del departamento de Huánuco 2017 .....	50
Tabla 13 Requisitos de periodo de seguimiento del trabajo de investigación .....	51
Tabla 14 Sustancias captadoras.....	51
Tabla 15 Juicios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo .	53
Tabla 16 Aforo vehicular en la estación de monitoreo CA-01 HCO .....	60
Tabla 17 Aforo vehicular en la estación de monitoreo CA-02 HCO .....	63
Tabla 18 Dióxido de Azufre, en los puntos de monitoreo CA-01 HCO y CA-01 HCO; zonas de mayor congestión vehicular, 2019. ....	66
Tabla 19 Dióxido de Nitrógeno, en los puntos de monitoreo CA-01 HCO y CA-01 HCO; zonas de mayor congestión vehicular, 2019. ....	68
Tabla 20 Monóxido de carbono en los puntos de monitoreo CA-01 HCO y CA-01 HCO; zonas de mayor congestión vehicular, 2019. ....	70
Tabla 21 Datos meteorológicos Huánuco, 2019 .....	72
Tabla 22 Datos de Rosa de Viento .....	74
Tabla 23 Coeficiente de Rho Spearman entre determinación de los niveles de concentración de gases de combustión y zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019. ....	78

Tabla 24 Coeficientes de Spearman entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) y las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019. ....	80
Tabla 25 Coeficientes de Spearman entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019. ....	81
Tabla 26 Coeficiente de Rho Spearman entre el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) y las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019. ....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura vertical de la atmósfera .....	29
Figura 2 Emisiones presentes en los vehículos .....	34
Figura 3 Rosa de viento .....	40
Figura 5 Diagrama de la relación de las variables .....	46
Figura 6 Vehículos transitados en las horas de mayor congestiónamiento vehicular contabilizados cada diez minutos en el lugar de observación CA-01 HCO.....	61
Figura 7 Valor porcentual promedio de vehículos transitados en el lugar de monitoreo CA-01 HCO .....	62
Figura 8 Vehículos transitados en las horas de mayor congestiónamiento vehicular contabilizados cada diez minutos en el punto de observación CA-02- HCO.....	64
Figura 9 Valor porcentual promedio de vehículos transitados en el punto de observación CA-02 HCO .....	65
Figura 10 Comparación con las acumulaciones obtenidas de Dióxido de Azufre. ....	67
Figura 11 Contrastación de las concentraciones obtenidas de Dióxido de Nitrógeno. ....	69
Figura 12 Comparación de las concentraciones obtenidas del Monóxido de Carbono. ....	71
Figura 13 Diagrama Rosa de Viento (WRPlot) .....	75
Figura 14 Distribución de la frecuencia de viento .....	76

## RESUMEN

La tesis se enmarca en la Línea de la Investigación: Contaminación ambiental; tuvo como objetivo: Determinar de qué manera la determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan con las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

Cabe recalcar que, el estudio pretendió, demostrar que la acumulación de gases de combustión tiene una relación significativa con las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019. Por consiguiente, se hizo uso del método analítico – sintético, el cual se originó de conocimientos generales a específicos, permitiendo la formación de hipótesis y las comprobaciones. La tesis fue de diseño descriptivo y explicativo – correlacional; porque busca detallar propiedades, características de procesos y fenómenos que se someten al análisis; la modalidad es no experimental, el enfoque fue cuantitativo, ya que la información fue interpretada utilizando tablas y figuras respectivamente. La población estuvo, conformada por todas las unidades de vehículos en circulación en Huánuco ciudad – 2019; siendo la muestra, unidades identificadas en las estaciones de monitoreo de acuerdo al flujo vehicular y la demanda vial encontrados entre los jirones Damaso Beraún con Huallayco y los jirones Dos de Mayo con Libertad.

El plan de seguimiento y la ficha técnica sirvieron como herramientas para la recopilación de datos, los cuales fueron confirmados oportunamente. La forma de análisis se realizó de manera cuantitativa; como resultado, se halló la existencia de una relación altamente significativa, entre la concentración de gases de humo y las zonas con mayor concentración vehicular en la ciudad de Huánuco (2019). El resultado obtenido con la prueba rho de Spearman corresponde a 0,643.

**Palabras claves:** niveles de concentración de gases, congestiónamiento vehicular, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono.

## ABSTRACT

The thesis is framed in Research Line: Environmental pollution; The objective was to: Determine how the determination of the concentration levels of combustion gases are related to the areas of greatest vehicle congestion in Huánuco city - 2019. It should be noted that the study aims to demonstrate that the accumulation of combustion gases has a significant relationship with the areas of greatest vehicle congestion in the city of Huánuco - 2019. Consequently, the analytical - synthetic method was used, which originates from general to specific knowledge, allowing the formation of analytical laws, hypotheses and the checks. The thesis has a descriptive and explanatory design - correlational because it seeks to detail properties, characteristics of processes and phenomena that are subject to analysis, the modality is non-experimental, the approach is quantitative since the information was interpreted using tables and graphs respectively. The population is made up of all the units of vehicles in circulation in Huánuco city - 2019, the sample being units identified in the monitoring stations according to the vehicular flow and road demand found between the Damaso Beraún jirones with Huallayco and the Dos de May with Freedom.

The monitoring plan and the technical sheet served as data collection tools, which were confirmed in a timely manner. The form of analysis was carried out quantitatively; As a result, it was found that there is a highly significant relationship between the concentration of smoke gases and the areas with the highest vehicle concentration in the city of Huánuco (2019). The result obtained with Spearman's rho test corresponds to 0.643.

**Keywords:** gas concentration levels, traffic congestion, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide..

## INTRODUCCIÓN

La medición de concentraciones de gases por congestión vehicular es un fenómeno que ocurre todo el tiempo en la ciudad de Huánuco. Existe mayor demanda vehicular urbana con normas no tan claras y estrictas para evitar la contaminación ambiental, ellos aumentan el volumen de tráfico, contaminando el ambiente. Por ello, según el Ministerio del Ambiente (2013), el 70% de la contaminación del aire en Japón es causada por los automóviles, acto que afecta en gran medida la salud y el bienestar de las personas, situación que actualmente se observa en el Perú en la jurisdicción urbana.

Según; la ONU, La polución atmosférica aún persiste, se estima que un 90% de la población mundial sufre los estragos hacia su salud, además se sabe que cada año, a raíz de esta contaminación se produce la prematura muerte de siete millones de personas, siendo los más afectadas entre ellos, 600.000 niños. ONU, (2019).

Según; Inche (2001). La conducción de vehículos emite mezclas orgánicas y partículas en suspensión afectan negativamente la salud pública.

El gas que emiten los vehículos, son riesgosos para la salud, a la vez, tienen un impacto en el medio ambiente y son una gran preocupación en las principales ciudades del mundo. Este problema se vuelve aún más grave en los atascos, donde los vehículos viajan durante largos períodos de tiempo y reducen significativamente la velocidad.

En el ámbito nacional, el continuo crecimiento del parque vehicular es un problema que necesita una solución inmediata; las difusiones de (CO) y (NO<sub>2</sub>) representan mucha contaminación procedente de fuentes móviles en casi todas las ciudades. El problema ambiental de mayor envergadura ocasionado en nuestro país, es la contaminación del aire.

Por tanto, es necesaria la creación de medidas correctoras o herramientas de gestión sobre la contaminación que provoca la congestión vehicular, estos pueden evaluarse y corregirse prácticamente con la ayuda de coeficientes de emisión globales.



Por todo lo arriba aludido, Huánuco como ciudad, no es ajena a esta problemática, por lo que a diario se puede observar en horas entre 6:00 a.m. a 8:00 a.m. cómo los principales jirones que representan las arterias de la ciudad se encuentran congestionadas por el caos vehicular y se torna de manera insostenible y caótica para los huanuqueños, de allí la importancia en presentar esta investigación con sus respectivas dimensiones

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Ahora, es posible entender que el mundo ha sufrido diversos cambios con el correr de los años, es decir, en el pasado la alteración de nuestro medio era menor al que podemos evidenciar en esta época, esto debido a la gran demanda vehicular la cual provoca el crecimiento industrial, empleo de nuevas tecnologías y al uso desmedido de combustible fósil que conlleva a la acumulación y dispersión de contaminantes generando así, riesgos e impactos significativos en la vida dentro del planeta.

La ONU advierte que el aire contaminado es un asesino que actúa sin hacer ruido. A pesar de los esfuerzos realizados, la polución atmosférica sigue presente en gran medida, se presume que un 90% de la población mundial sufre las consecuencias en su salud. Además, se ha confirmado que cada año producto de esta contaminación, fallecen siete millones de personas, siendo los niños los más afectados, con un número alarmante de 600.000 fallecimientos.

La industria automotriz ha experimentado un impresionante crecimiento desde sus inicios. En USA, los automóviles son responsables de generar aproximadamente el 75% del monóxido de carbono. La contaminación ambiental causa efectos devastadores en todas partes del planeta, en los humanos, generan trastornos de salud graves que afectan principalmente a las vías respiratorias.

A nivel nacional, el crecimiento continuo de la flota de vehículos en el país representa un problema que requiere de una solución inmediata. Las emisiones de CO y NO<sub>2</sub> constituyen la mayor parte de los contaminantes liberados por los vehículos en la mayoría de las ciudades, razón por la cual, las contaminaciones más acuciantes en nuestro país requieren acciones significativas para combatirlo. MINAM, (2012).

El INCA, (2013 - 2014). Afirma que el aumento del número de vehículos y los cambios atmosféricos de los últimos años, se relacionan de manera directa en un 86%. En la mayor parte de las ciudades del Perú, existe deficiencia en los sistemas de transporte, Huánuco no escapa de esta realidad, a diario se observa en horas claves, es decir de 6:00 a.m. a 8:00 a.m., los principales jirones que representan las arterias de la ciudad se encuentran congestionadas por el caos vehicular y se torna de manera insostenible y caótica para los huanuqueños, muy a pesar que las autoridades presentan alternativas de administración vehicular y soluciones para un mejor desplazamiento de los vehículos de servicios público, sin embargo a la fecha siguen resultando medidas que no pueden controlar su incremento exponencial, por ello, según Martel, 2016, existen tres indicadores que intervienen para propiciar el caos vehicular en la ciudad de Huánuco, ellos son:

- Acceso inmediato a un crédito vehicular brindada por diversas financieras.
- Desempleo en jóvenes de 18 a 35 años aproximadamente, los cuales acceden a ciertos vehículos para brindar servicio público como medio de trabajo, inclusive no existe distinción de género ya que se puede observar también a mujeres jóvenes trabajando en este servicio.
- El aporte que realiza Huánuco al PBI nacional es de aproximadamente 1.12 % anual, limitando así las oportunidades educativas y laborales, contribuyendo al incremento y la proliferación del autoempleo.

Por tanto, para minimizar el riesgo de contaminación del aire es necesario tomar medidas para obtener datos reales sobre los contaminantes emitidos por los vehículos. Por esta razón, es necesario conocer el nivel de acumulación de gases de combustión generados en áreas con alta contaminación del aire y congestión del tráfico en Huánuco ciudad, y saber de qué manera los niveles de concentración de gas se relacionan con las zonas más congestionadas de Huánuco ciudad – 2019.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera la determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿De qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad- 2019?

¿De qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019?

¿De qué manera el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar de qué manera la determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar de qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019

Determinar de qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular Huánuco ciudad – 2019

Determinar de qué manera el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de investigación, planteo la: “DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES, GENERADOS EN LAS ZONAS DE MAYOR CONGESTIONAMIENTO VEHÍCULAR, HUÁNUCO – 2019”, contribuyendo de una manera académica positiva; ya que existen escasos estudios en esta materia de investigación; así mismo se tuvo las siguientes justificaciones:

##### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Se justificó debido a que los gases atmosféricos, considerados contaminantes los cuales son generados por los vehículos, fueron detectados mediante un estrecho seguimiento en un laboratorio de análisis autorizado por el INACAL.

##### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIOAMBIENTAL**

Porque determina el estado ambiental actual del aire, en función a los gases principales como: monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de carbono. El azufre proveniente de fuentes celulares en estacionamientos, causa problemas ambientales y afecta la salud de los huanuqueños quienes habitan en ella.

##### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Servirá como antecedente para futuras investigaciones que contengan temas similares. Referente a las concentraciones de aire producidas por los gases de flotas de vehículos, tal vez en el futuro sea posible analizar si las concentraciones están aumentando o si se están controlando.

#### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA**

Porque la presente investigación; servirá de aporte para los futuros temas que se puedan desarrollar, quedando como precedente el grado o nivel de contaminación que se vio reflejada en el presente estudio.

#### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de investigación, presento las siguientes limitaciones:

##### **1.5.1. LIMITACIONES DE TIEMPO**

Debido a las responsabilidades del tesista (carga laboral, estudiantil, entre otros).

##### **1.5.2. EL COSTE ECONÓMICO**

Para el alquiler del equipo, el seguimiento y análisis de muestras de gases, teniendo en cuenta que el trabajo de campo fue financiado y realizado por la investigadora, así mismo los presupuestos fueron limitados, para llevar a cabo análisis a gran escala, integrales y sofisticados sistemas.

##### **1.5.3. FACTORES METEOROLÓGICOS**

El período durante el cual se debe realizar el monitoreo de gas; para así obtener los resultados deben ser óptimas para su desarrollo.

#### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación, se hizo viable por las razones siguientes:

##### **1.6.1. OPERATIVO**

Se contó, con la colaboración de algunos lugareños de la zona circundante al desarrollo del estudio, quienes brindaron un adecuado soporte a la investigación; así también se contó con el alquiler del equipo

de monitoreo para los monitoreos correspondientes del estudio, desarrollándose en lugares de mayor congestión vehicular.

### 1.6.2. VIABILIDAD TÉCNICA

Para la elaboración del presente estudio se contó con los siguientes instrumentos como: guías, protocolos y normativas; así como el conocimiento previo.

### 1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA

Para el desarrollo del estudio de investigación, el tesista contó con los recursos económicos y financieros propios; tanto para la elaboración y ejecución del proyecto.

### 1.6.4. VIABILIDAD AMBIENTAL

El desarrollo de la tesis no causó daños, ni alteración al individuo, comunidad, ni al ambiente; más bien tuvo como finalidad la determinación de los niveles de concentración de gases, generados en las zonas de mayor congestionamiento vehicular, Huánuco – 2019; el cual fue de interés de la comunidad, así como de la población en general.

**Tabla 1**

*Lugares de monitoreo*

<b>ESTACIÓN DE SEGUIMIENTO (CÓDIGO)</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ALTITUD (m.s.n.m)</b>
<b>CA-01 HCO</b>	8902334	363872	1921
<b>CA-02 HCO</b>	8901289	363455	1912

*Nota:* En la Tabla 1 se puede observar las coordenadas de monitoreo donde se desarrolló la investigación. Celis, (2019)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Corral, (2017). Monitoreo y Análisis de la Calidad del Aire - Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Cuyo objetivo fue el de identificar la calidad del aire en la vía Cuenca – Sayausí – El Cajas, debido al incremento del tráfico vehicular para evitar daños y afecciones al ecosistema del parque Nacional Cajas; la metodología empleada fue buscar recopilar y analizar información secundaria relevante, la misma que permite establecer de forma clara y concreta los fundamentos teóricos sobre la calidad del aire, arribando a los resultados; donde, referente a la información recolectada, los registros promedios anuales de ozono(O<sub>3</sub>) y dióxido de nitrógeno(NO<sub>2</sub>), estos parámetros muestran los valores más altos que se registraron, datos que no excedieron los valores contemplados en la normativa. Por lo que las entidades responsables, deben dar prioridad de investigación a dichos contaminantes, con el fin de saber más la relación de dichos parámetros y de la misma forma evitar alteración a los ecosistemas del Parque Nacional el Cajas, principal fuente de recurso hídrico para el cantón Cuenca; también concluye que el plan de Manejo para el Parque Nacional El Cajas, administrado por la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca – ETAPA EP, si bien garantizar la conservación del ecosistema, mediante acciones responsables, así como promover la educación ambiental, la investigación y en general un adecuado manejo sustentable de los recursos naturales de esta área, se basa en los límites permisibles por la normativa nacional vigente para determinar los niveles de concentración de contaminantes.



Cacoango & Guamán, (2016). Gases tóxicos emanados por los motores diésel de los buses que transitan por el Cantón Colta en la salud de los habitantes en el año 2013-2014 – Ecuador. Teniendo como objetivo, investigar el impacto de los contaminantes emitidos por los autobuses diésel que operaron en la región de Colta en la salud de los residentes entre los años 2013 y 2014. Su metodología está basada en la estrategia analítica y documental donde se realizaron encuestas para obtener información de la situación actual de acuerdo a un formulario de preguntas objetivas de interés del estudio. Como resultado obtuvieron que: los habitantes de Cantón, en su mayoría saben sobre la contaminación que es provocada por la emisión de gases tóxicos producto de la quema de combustible en los motores diésel, que afecta la salud y el medio ambiente, ya que en la actualidad se puede identificar una infinidad de enfermedades como infecciones respiratorias, infecciones gastrointestinales, rino faringitis entre otros. También se supo que de los 392 habitantes encuestados el 51% tienen conocimiento sobre los contaminantes que emiten los vehículos motorizados ya que existe una mayor demanda de vehículos y las emanaciones de gases es en mayor cantidad, generando incomodidad en los habitantes y el medio ambiente. El 87% de las personas encuestadas manifiestan que referente a la contaminación ambiental, las autoridades, no se preocupan en realizar alguna actividad para prevenir enfermedades ocasionadas por la emanación de gases tóxicos de los automóviles.

Londoño, Correa & Palacio, (2015). Evaluación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia. Su objetivo fue estimar los contaminantes atmosféricos, originados de fuentes móviles. La metodología se basó en describir y explicar estimar cada proceso de las emisiones vehiculares de Envigado. Al final, se llegó a la siguiente conclusión: las propuestas y modelos aplicados en el estudio resultan aceptables y adecuados para poder evaluar las emisiones generados por el tráfico vehicular, de esta manera se puede emplear para otros casos de una forma sencilla siendo así una herramienta de planificación

y evaluación del efecto que se genera por el tráfico, así como para medir la sensibilidad frente a cambios estructurales del transporte, también concluyo que los buses y camiones aportan un total de emisiones del 41%.

Pérez, (2013). Evaluación y seguimiento de la calidad del aire en los predios de la Universidad Central del Ecuador. El objetivo se centró en diagnosticar los efectos del aire dentro de los predios de la Universidad Central del Ecuador. Su metodología propone una investigación científica experimental donde se analizan los datos en los predios de la Universidad Central del Ecuador, para lo cual se tomaron en cuenta los aspectos como afluencia vehicular, congestión de vías, presencia de industrias, entre otros. Al final se concluye que: las cantidades de contaminación fluctúan en gran medida en los alrededores de la Universidad Central del Ecuador, dicha contaminación es un fenómeno dinámico y siempre está cambiando, por tal motivo los resultados de la presente investigación tienen validez para los periodos investigados. También se concluye que hay lugares en los que los índices de ORAQUI son elevados, es decir con mayor nivel de contaminación, presenta similitud caracterizado por la circulación continua y lenta de vehículos, presencia de edificaciones que disminuyen la difusividad de los gases contaminantes, produciendo estancamiento de los mismos por constituirse puntos muertos. En la presente investigación se pudo apreciar el efecto al aire que ocasiona el parque automotor, relacionado directamente a su gran diversidad y su estado de mantenimiento.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Trelles, (2018). Determinación del material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y monóxido de carbono (CO) en el distrito de Ocoruro - Provincia Espinar – Región Cusco. Tuvo como objetivo determinar la presencia del material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y monóxido de carbono (CO) en el distrito de Ocoruro - Provincia

Espinar – Región Cusco. Su metodología se basó en la observación teniendo en cuenta Protocolos de Monitoreo de la calidad de Aire, con tres lugares de monitoreo durante los meses de julio y octubre del año 2017, de la misma forma en febrero del año 2018. Se analizó la estación meteorológica y el tren de muestreo para gases cuyo consiste en una bomba de succión, un manómetro o rotámetro, un imprimers, mangueras y filtros de membrana, donde se concluye que, los resultados analizados en los laboratorios, se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental de aire D.S.003-2017 MINAM.

Valdivia, (2017). Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el Arenal – Islay - Arequipa – Perú. Tuvo como objetivo identificar el material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el Arenal – Islay. En la investigación la metodología fue realizar una (01) observación de calidad de aire en el mes de febrero durante el año 2016. En la investigación respecto a PM<sub>10</sub> en las estaciones CA-01 se obtuvo (17.76 ug/m<sup>3</sup>), CA-02 (3.47 ug/m<sup>3</sup>) y CA-03 (13.46 ug/m<sup>3</sup>) siendo así que no superan el propósito de calidad ambiental. El investigador concluyó que la calidad de aire de dicho centro poblado no es afectada por las obras de construcción y mejoramiento de la carretera.

Saldaña, (2016). Emisiones de gases de flotas automotrices y su impacto en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos en 2015 - Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Cuyo objetivo fue medir las concentraciones de gases CO y CO<sub>2</sub> producidos por flotas vehiculares y su impacto en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos en el año 2015. La metodología no fue experimental y contó con el apoyo técnico de equipos especializados en medir el tiempo necesario para que vehículos pequeños y grandes recorran una determinada distancia (tramo). Su diseño es descriptivo y transaccional y permite determinar el nivel de concentración del gas de interés en los gases de escape de cada vehículo. Sus resultados muestran que para identificar y cuantificar los automóviles que transitan por la ciudad de Iquitos se utilizaron

métodos de medición para determinar la cantidad de vehículos, el combustible utilizado y el combustible más utilizado. En conclusión, los estacionamientos vehiculares de la ciudad de Iquitos pierden monóxido de carbono y dióxido de carbono y es un factor contaminante. En estas circunstancias, se deben tomar medidas apropiadas y adecuadas para reducir estas emisiones al aire que provocan enfermedades a largo plazo en las poblaciones urbanas.

### **2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES**

Chávez, (2018). Fuentes emisoras de contaminación atmosférica y su influencia en la calidad del aire de la ciudad de Huánuco 2016. El objetivo fue medir las emisiones de contaminantes en las principales fuentes de la ciudad de Huánuco en el año 2025. De enfoque cuantitativo, la muestra fue no probabilística e intencionada por conveniencia. Perteneciente a una investigación aplicada, con un nivel descriptivo. Finalmente concluye que: el inventario de emisiones de la ciudad de Huánuco que incluye las principales fuentes de emisión recopiladas a través de información primaria muestra que el parque automotor, el almacenamiento y despacho de combustible son los principales emisores de los COVs, también concluye las condiciones como temperatura y velocidad del viento limitan la dispersión de los gases y sumado al comportamiento de las emisiones vehiculares, muestra evidentemente que a medida que se incrementa las unidades de emisión se concentra más los gases perjudiciales en la troposfera de la ciudad.

Razuri, (2018). Medición de NO<sub>2</sub> en el aire de las principales vías urbanas del distrito de Castillo Grande, Huánuco, Leoncio Prado – 2018. Tuvo como objetivo determinar las concentraciones de dióxido de nitrógeno de las vías principales de la zona urbana del Distrito de Castillo Grande. Su metodología propone establecer puntos de observación y ubicación de acuerdo a los criterios como: los que están dentro de las zonas potenciales dedicadas a diferentes actividades humanas, tipo de contaminante a evaluar, la dirección del viento y velocidad del viento.

Los resultados de la investigación refieren que la mayor cantidad de vehículos que transitan por minuto son un total de 17, mientras que el menor en un promedio total 14 vehículos/minuto. Ninguna de las concentraciones obtenidas en todos los puntos evaluados sobrepasa el estándar de calidad ambiental (ECAs) de 200 ugNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> tal como evidencia nuestros gráficos estadísticos. De acuerdo a la investigación se concluye que: la fuente más probable sobre las emisiones de dióxido de nitrógeno es por la cantidad de vehículos en las carreteras en los cinco lugares de muestreo, seguida de los talleres de mantenimiento y las instalaciones comerciales.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. BASE LEGAL NACIONAL**

#### **2.2.1.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ DE 1993**

**Artículo 2º, Inciso 22.** Por derecho el hombre debe tener acceso al disfrute del tiempo libre, a la tranquilidad, a la paz y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado durante el desarrollo de su vida.

#### **2.2.1.2. LEY GENERAL DEL AMBIENTE LEY N° 28611**

- **Art. I.-** Toda persona tiene el derecho inalienable de vivir en un medio ambiente sano, equilibrado y adecuado y a contribuir a su gestión eficaz para el pleno desarrollo de su vida. Tiene el deber de proteger el medio ambiente, especialmente la salud de sus componentes. Diversidad individual y colectiva de personas, protección de la biodiversidad, uso sustentable de los recursos y desarrollo sustentable del país.
- **Art. 31º.** - Del Estándar de Calidad Ambiental
- **Art. 31.1.** - El Estándar de Calidad Ambiental – ECA, es la medida que establece el nivel de concentración o grado de elemento, sustancia o parámetro físico, químico y biológico, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo

receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos.

- **Art. 118°.** - De la protección de la calidad de aire: Las autoridades, en el marco de sus deberes y atribuciones, tomarán medidas preventivas de vigilancia, ambientales y de control epidemiológico para asegurar el mantenimiento, mejoramiento y restablecimiento de la calidad del aire y en situaciones de emergencia, debiendo exigirse planes urgentes para evitar o mitigar situaciones riesgosas para el hombre y el medio ambiente.

### 2.2.1.3. D.S. N° 003-2017 MINAM ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE

- **Artículo 2°.** - Normas medioambientales para el aire como referencia necesaria.
- **2.1 Los ECA.** - para el aire son referentes obligatorios en la planificación y ejecución con instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los responsables de actividades productivas, extractivas y de servicio.

**Tabla 2**

*Estándares de Calidad Ambiental para Aire*

Parámetros	Periodos	Valor (ug/m <sub>3</sub> )	Criterios de evaluación	Método de análisis
<b>Benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Todo el año	2	Med. Arit. anual	Cromatografía de gases
<b>Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
<b>Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	1 hora	200	NE más de 24 veces al año.	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual.	
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	24 horas	50	NE más de 7 veces al año.	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual.	

<b>PM<sub>10</sub></b>	24 horas	100	NE más de 7 veces al año. Media aritmética anual.	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50		
<b>Mercurio Gaseoso Total (Hg)</b>	24 horas	2	No exceder	Concentración de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos Automáticos)
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año. Media aritmética móvil.	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Métodos automáticos)
	8 horas	10000		
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
<b>Plomo (Pb) en PM<sub>10</sub></b>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año. Media aritmética de los valores mensuales.	Método para la espectrofotometría de absorción atómica
	Anual	0,5		
<b>Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)</b>	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

*Nota.* En la tabla 2; se puede apreciar el D.S N° 003-2017 MINAM – Estándares ambientales atmosféricos de los parámetros en general. MINAM, (2017)..

#### **2.2.1.4. APROBACIÓN DEL PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE (R.M N° 093 – 2019 – MINAM)**

Los protocolos nacionales definen los criterios de diseño, parámetros, duración y frecuencia en base a una planificación previa y los aspectos técnicos. También especifica qué métodos se pueden utilizar para monitorear el aire y qué aspectos deben tenerse en cuenta al utilizar estos métodos.

## **2.2.2. LA ATMÓSFERA**

Contreras, García & Icaza, (2013, p.5). Capa de gas que rodea la tierra y los cambios en ella tienen un impacto importante en los seres vivos. Esta capa representa el principal mecanismo de defensa de varias formas de vida, y se necesitaron miles de millones de años para alcanzar su posición actual y su estructura adecuada para la respiración de los organismos que viven allí. Actúa como regulador del calor, trayendo consigo precipitación a los océanos, calor de los desiertos y trópicos y frío de las regiones polares.

Aunque suelen actuar con calma, pueden demostrar su fuerza durante los tornados y huracanes que se mueven a velocidades superiores a los 300 km/h. Inche, (2004, p. 17-18).

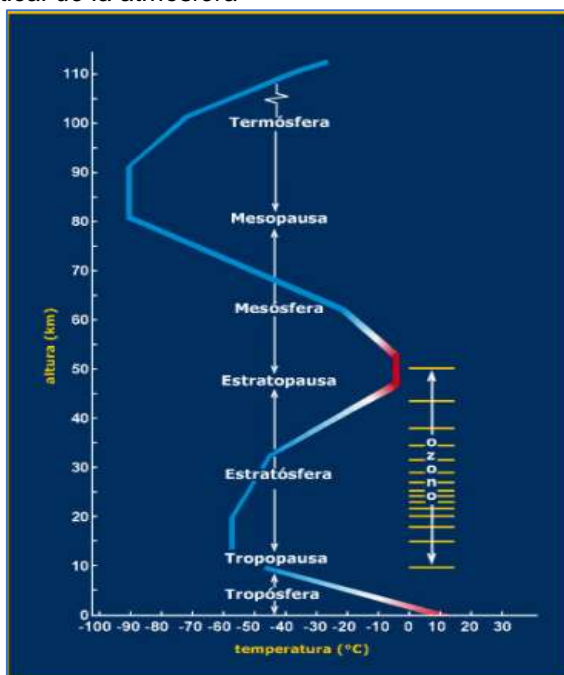
### **2.2.2.1. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA**

La atmósfera es una mezcla transparente de gases de 640 kilómetros de espesor que evolucionó durante millones de años hasta su composición actual y permite el desarrollo de la vida. La atmósfera está estructurada en capas y se divide en cinco niveles. La mayoría de las nubes se forman en la baja troposfera. Se extiende hasta unos 16 km en las regiones tropicales (temperaturas de -79°C) y unos 9,7 km en latitudes templadas (temperaturas de unos -51°C). La siguiente es la estratosfera, con nivel superior, a unos 50 km sobre el nivel del mar, es comparable al de la superficie de la Tierra. La mesosfera se extiende de 50 a más km cuya característica implica un descenso significativo de la temperatura a medida que aumenta la altitud. Dichas capas reflejan ciertas frecuencias de radio hacia la Tierra. La capa que se extiende hasta 640 km, se llama ionosfera. Debido a su alta temperatura (alcanzando unos 1200 °C a unos 400 km), también se le llama termosfera, la región más allá de la ionosfera es denominado exosfera y su extensión es hasta 9.600 km, el borde exterior de la atmósfera. Pulgadas, (2004, p. 18-19).



**Figura 1**

*Estructura vertical de la atmósfera*



*Nota.* En la figura 1, se puede apreciar lo que viene siendo las estructuras de la atmósfera respecto a su altura y temperatura. Universidad de Chile, (2005).

## 2.2.2.2. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

### ➤ Principales contaminantes atmosféricos

Debido a que los contaminantes primarios del aire provienen de fuentes muy diferentes, sus propiedades físicas y composiciones químicas varían mucho, pero según sus rasgos más característicos, estado físico (en el caso de partículas y metales), o elementos químicos comunes (para impurezas gaseosas). Carnicer, (2007, P. 10). Los contaminantes más comunes que ingresan a la atmósfera y causan cambios ambientales son:

- Aerosoles y partículas sedimentables.
- Óxidos de azufre  $SO_x$ , fundamentalmente  $SO_2$  y  $SO_3$ .
- Monóxido de carbono.
- Óxidos de nitrógeno  $NO_x$ , fundamentalmente  $NO_2$  y  $NO$ .
- Ozono  $O_3$ .
- Hidrocarburos.

**Tabla 3***Contaminantes por forma y tipo (clases)*

<b>Contaminante</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Forma física</b>	<b>Tipo</b>
<b>Monóxido de carbono</b>	CO	Gas	Primario
<b>Dióxido de azufre</b>	SO <sub>2</sub>	Gas	Primario
<b>Ozono</b>	O <sub>3</sub>	Gas	Secundario
<b>Hidrocarburo</b>	HC	Gas	Primario
<b>Partículas</b>	PTS, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>	Sólido, liquido	Primario y secundario

*Nota.* En la Tabla 3; se puede observar los contaminantes por su forma y tipo. DIGESA, (2010)

#### **a) Orígenes de la contaminación del aire (atmósfera)**

El origen de los contaminantes de la atmósfera puede ser generados por la propia naturaleza o por las actividades que las personas realizamos día a día.

- **Orígenes Naturales:** Factores que contaminan el medio ambiente independientemente de la actividad humana, como vientos que provocan nubes de polvo, volcanes, deterioro del suelo y deflagraciones forestales. Inche, (2004, p. 22).
- **Orígenes artificiales:** Son hidrocarburos y Partículas en suspensión, emiten SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, es decir, son ocasionados por el hombre. Inche, (2004, p. 22).
- **Orígenes fijas o estacionarias:** Se denomina así a las instalaciones que permanecen en un mismo lugar cuyo objetivo consiste en realizar procesos industriales, comerciales, etc., los cuales generan la contaminación atmosférica.
- **Orígenes móviles:** Según; Schwela & Goelzer; Son llamados así, los automóviles con motor de combustible diésel ligeros y pesados, incluidas las fuentes lineales con emisión de gases y otras partículas en general, procedentes del tráfico automovilístico. (2006, p. 55).

### **2.2.3. AIRE**

El aire es un bien común limitado, esencial para nuestra existencia. Por lo cual, debe estar sujeto a normas encaminadas a evitar su alteración por mal uso o abuso, de modo que se preserve su pureza y así garantizar el normal desarrollo de los organismos vivos en la Tierra y para su conservación puesto que es patrimonio natural y artístico de la humanidad. Todos tenemos la obligación de trabajar para crear un mundo limpio y habitable, garantizando un uso sostenible para las futuras generaciones.

#### **2.2.3.1. EL AIRE DE CALIDAD**

Se llama así cuando está libre de contaminantes, no siendo apto para respirar. En el aire pueden estar presentes sustancias y formas de energía que no sólo causan peligro, daño y graves molestias a los seres humanos y a la vida natural en general, sino que también atacan diversas sustancias, reducen la visibilidad, provocan olores desagradables y provocan enfermedades.

#### **2.2.3.2. ELEMENTOS QUE INTERVINIEREN EN LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

La calidad del aire es el resultado de una combinación de factores que crean cambios en su composición y pueden variar de un momento a otro; Estos factores crean impactos locales, regionales y globales. En el aspecto local se puede observar cómo la fuente de emisiones solo afecta las zonas aledañas inmediatas o áreas donde se emiten, cuando hablamos de local los contaminantes se dispersan en zonas aledañas y dispersión global a otras regiones del mundo. Contreras, et al., (2013, p.9).

De lo mencionado se describen tres elementos de contaminación.

- a) Fuentes de emisión:** Lanzan las sustancias al aire por una fuente localizada.
- b) Elementos geográficos:**

- Influye en la difusión o acumulación de los contaminantes.
- Las montañas frenan los vientos, favoreciendo la acumulación de contaminantes.
- Las zonas urbanas influyen en el movimiento de las masas de aire, disminuyendo su velocidad y generando turbulencia que contribuye a la acumulación de contaminantes.

**c) Elementos meteorológicos:**

- Determinan el estado y movimiento de las masas de aire.
- Facilitan o dificultan la dispersión de los contaminantes.
- La temperatura del aire determina los movimientos del aire y la condición de estabilidad o inestabilidad atmosférica.

**2.2.4. CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR**

**2.2.4.1. FUENTES MÓVILES Y FLUJO VEHICULAR**

El Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI), en conjunto con el Proyecto Espacial de Infraestructura de Transporte Nacional – PROVIAS Nacional, en su página principal comparte y pone a disposición para todos los usuarios en general, el documento titulado “Flujo vehicular por Unidades de Peaje”, en el cual se registra el movimiento de ingreso y salida de unidades vehiculares a nivel nacional, tanto ligeros como de carga. INEI, 2019.

**Tabla 4**

*Flujo Vehicular, según departamento, 2018 - 2019*

<b>DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO</b>		
<b>Mes</b>	<b>2018 P/</b>	<b>2019 P/</b>
<b>Ene.</b>		96 461
<b>Feb.</b>	77 519	81 488
<b>Mar.</b>	52 326	84 004
<b>Abr.</b>	37 749	

<b>May.</b>	89 469
<b>Jun.</b>	83 914
<b>Jul.</b>	90 500
<b>Ago.</b>	97 907
<b>Sep.</b>	90 098
<b>Oct.</b>	93 452
<b>Nov.</b>	90 280
<b>Dic.</b>	100 977

*Nota.* En la Tabla 4; se puede observar el flujo vehicular del departamento de Huánuco entre los años 2018 - 2019 hasta el mes de marzo. Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Previsión nacional, (2019).

## **CONGESTIÓN VEHICULAR**

Jerez & Morales, (2015, p.6). Menciona que: La congestión de tránsito se produce cuando la demanda del mismo excede la capacidad de las carreteras, lo que provoca tiempos de viaje excesivos, producto de la calidad del vehículo, la ubicación geográfica, el tiempo, etc.

Bull, (2003, p.6). Refiere que, en general, nos referimos a una situación en la que hay varios vehículos en movimiento y cada vehículo se mueve lenta y erráticamente.

### **2.2.4.2. EMISIONES VEHICULARES**

Según Herrera, Rodríguez & Rojas, (2011, p. 55). Refiere que: La presencia de los vehículos de motor incluyen muchos contaminantes provenientes de procesos diversos, cuyo origen se da precisamente por la quema de combustibles.

Cuando nos referimos a combustión sabemos que pueden ser completas e incompletas y es ahí donde se puede notar la diferencia; Si dicho proceso del motor es completo o perfecto, las emisiones producidas serán N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, vapor de H<sub>2</sub>O y O<sub>2</sub> (ninguno de los cuales es nocivo). Evidentemente este no es el caso, el proceso de quemado siempre es incompleto y otros productos se emiten en pequeñas cantidades, todas las cantidades de gases de

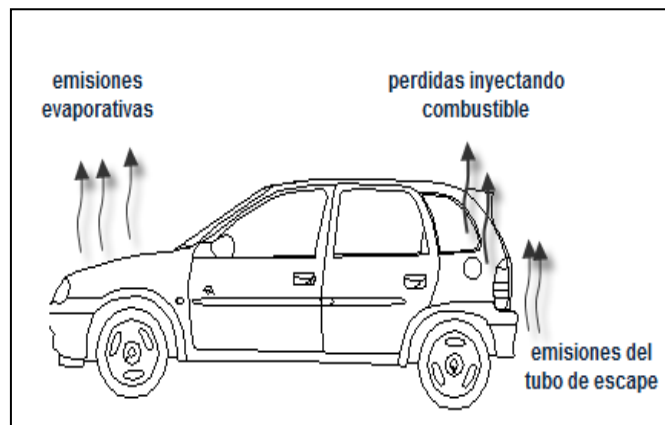
escape son liberados al aire. Los componentes nocivos como el (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), los hidrocarburos no quemados (HC) y otros deben reducirse o convertirse en productos no nocivos. Ciudad de Unidades Intensivas (CIU), (2012, p.2)

#### 2.2.4.3. PROCESO DE EMISIÓN DE LOS VEHÍCULOS MOTORIZADOS

De acuerdo a lo investigado, una unidad vehicular motorizada generara diferentes contaminantes a causa de los muchos procesos que se realiza para su funcionamiento, siendo esta la más común. Estos compuestos llegan a ser los que se va a tener que analizar en el desarrollo de la investigación como el NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y CO.

**Figura 2**

*Emisiones presentes en los vehículos*



*Nota.* En la Figura 2, se puede apreciar las emisiones presentes en los vehículos; así mismo como es que este se desplaza hacia el entorno. Mendoza, (2012).

#### 2.2.4.4. CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES GENERADOS POR LAS FUENTES MÓVILES

##### a) Monóxido de carbono (CO)

Es el contaminante más común del aire en la atmósfera inferior, esto se produce especialmente alrededor de las

grandes ciudades. El monóxido de carbono(CO) es un gas que no presenta coloración(incoloro), olor(inodoro), sabor(insípido), muy ligero y ligeramente soluble en agua. Carnicer, (2007, p.15).

#### **b) Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

Existen ocho, pero solamente dos de ellos son motivo de preocupación como contaminantes: el (NO) y el (NO<sub>2</sub>), este último, gas de color marrón rojizo, de difícil absorción.

#### **c) Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)**

El óxido de azufre se forma con el quemado de dicho elemento. El dióxido de azufre(SO<sub>2</sub>) es un gas estable, no inflamable, no explosivo, incoloro, soluble en agua. En la atmósfera, el SO<sub>2</sub> se convierte en trióxido de azufre cuando reacciona con el oxígeno; el SO<sub>2</sub> y el SO<sub>3</sub> reaccionan con la humedad del aire para formar ácido sulfúrico y ácido sulfúrico. Se estima que la contribución del dióxido de azufre del sector de vehículos a los envíos globales de SO<sub>2</sub> está entre el 2 y el 6%. Inche, (2004, p.26)

### **2.2.4.5. CONTAMINACIONES A CAUSA DE LA GASOLINA**

La gasolina es un combustible derivado del petróleo que se obtiene mediante destilación. Cuando se utilizan en el momento adecuado, las máquinas producen (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y energía. Algunos compuestos de carácter tóxico se encuentran en la gasolina y se liberan al aire cuando la gasolina se evapora o pasa por el motor como combustible no quemado. Castro & Escobar, (2006, p. 3).

### **2.2.4.6. CONTAMINACIONES OCASIONADAS POR DIESEL**

El diésel es un combustible derivado del petróleo que es un producto de destilación que produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), partículas (PM) y energía. Las emisiones de diésel son una mezcla

de partículas, humos y sustancias orgánicas tóxicas diferentes producidas por la combustión de combustible diésel. Castro, et al., (2006, p.3)

## **2.2.5. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN**

### **2.2.5.1. INVERSIÓN TÉRMICA**

Es la pérdida de calor del suelo debido a la radiación en noches despejadas, esto indica que el enfriamiento de capas de aire adyacentes acelera el gradiente de temperatura con la altitud, lo que resulta en aire caliente atrapado en capas de frío sin circulación.

Esto da como resultado una mayor estabilidad de la atmósfera porque las temperaturas del aire frío no disminuyen y la difusión de gases es mínima. Debido a la lenta difusión y transporte de los contaminantes, su concentración en el aire se acumula durante la inversión térmica, dando lugar a graves episodios contaminantes en la atmósfera los cuales tienen efectos adversos sobre los organismos vivos. Cuando se produce la contaminación, la capa de aire frío que contiene contaminantes se comprime contra el suelo, provocando niveles peligrosos de gases tóxicos que alcanzan hasta 14 veces su concentración. Inche, (2004, p. 37).

### **2.2.5.2. LLUVIA ÁCIDA**

La lluvia ácida surge de la interacción entre el óxido de azufre y nitrógeno, que son importantes fuentes de contaminación. La oxidación de estos compuestos es responsable de la mayor parte de la acidificación del suelo y del agua al producir independientemente ácido sulfúrico y nítrico en el agua de lluvia, el cual se encuentra en estado gaseoso o acuoso. Calzada, (2010, p.11).



### 2.2.5.3. VISIBILIDAD

Los gases que se encuentran comúnmente en la atmósfera no captan luz visible. Se puede lograr un impacto significativo con altos niveles de NO<sub>2</sub>, que absorbe la banda verde azul del muy necesario espectro de radiación solar visible. Debido a la absorción, la atmósfera de algunas grandes ciudades se vuelve marrón amarillenta debido a los altos niveles de dióxido de nitrógeno, Inche, (2004, p.42)

### 2.2.5.4. EFECTOS A LA SALUD

Según la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del plantea es un riesgo ambiental significativo y, al reducir tal situación, los paisajes pueden prevenir las enfermedades pulmonares crónicas, agudas entre otras, dicha contaminación tiene una influencia directa en la salud humana. En casos extremos, las condiciones geográficas anormales y los factores climáticos pueden combinarse para causar la muerte, las contaminaciones del aire emitidos por los automóviles tienen efectos negativos sobre la salud humana, siendo los afectados ancianos, niños pequeños, las mujeres embarazadas y los pacientes crónicos pulmonares y cardíacos. Los individuos que hacen ejercicio al aire libre también son susceptibles a las infecciones porque su respiración será más rápido y profundo, lo que permitirá que entren más contaminantes a sus pulmones. Inche, (2004, p.43).

Tabla 5

*Efecto de los gases a la salud*

<b>GAS CONTAMINANTE</b>	<b>EFECTO</b>
<b>MONÓXIDO DE CARBONO</b>	Los efectos a corto plazo son similares a sentirse cansado. El CO inhibe la oxigenación del flujo sanguíneo, altera el pensamiento, ralentiza los reflejos y puede provocar mareos y angina.

<b>ÓXIDOS DE AZUFRE</b>	Gas irritante que se absorbe por la nariz y se asocia con una disminución de la función pulmonar y un aumento de la mortalidad y la morbilidad. El SO <sub>2</sub> causa malestar en el pecho y bronquitis.
<b>DIÓXIDO DE NITRÓGENO</b>	Gas irritante. Sus efectos son aún más perjudiciales para la salud. La exposición a este gas se ha relacionado con enfermedades diversos en niños, como tos, secreción nasal y dolor de garganta.

*Nota.* En la tabla 5; se puede observar los efectos de cada parámetro que se tomó para el estudio de investigación. Inche, (2004).

## 2.2.6. MÉTODO DE MONITOREO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

En el desarrollo de la investigación se empleó el muestreador activo con una supervisión constante para el funcionamiento del equipo de monitoreo, luego fueron llevadas hacia un laboratorio acreditado para su análisis respectivo.

**Tabla 6**

*Diferencia entre muestreos pasivo y activo*

<b>METODO</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Muestreadores pasivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy económicos</li> <li>• Muy simple</li> <li>• No depende de cable de electricidad.</li> <li>• Se pueden colocar en cantidades mayores.</li> <li>• Útiles para sondeos y estudios de línea base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No ha sido probado para algunos contaminantes</li> <li>• Solo suministra promedios mensuales y semanales</li> <li>• Requiere un esfuerzo importante para su funcionamiento y análisis posterior.</li> <li>• No existe un método directo para monitorear el cumplimiento</li> <li>• Lenta generación de datos.</li> </ul>
<b>Muestreadores activos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Económicos.</li> <li>• De fácil manejo</li> <li>• Operación y rendimiento confiable.</li> <li>• Contiene base de datos históricos suficientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministra promedio diario</li> <li>• Necesita de un esfuerzo importante para su funcionamiento y análisis posterior.</li> <li>• Requieren análisis de laboratorio.</li> </ul>

*Nota.* En la Tabla 6; se puede observar, las diferencias entre cada tipo de muestreo pasivo y activo; cabe recalcar que así mismo varía de precios. Monitoreo y gestión de los datos de calidad de aire, (2005).

## 2.2.7. METEOROLOGÍA

Es una ciencia que estudia a corto plazo y en un tiempo determinado los fenómenos meteorológicos que influyen en el estado o tiempo atmosférico. Cuando realizamos el monitoreo de gases contaminantes generados por el parque automotor es necesario también incluir el monitoreo meteorológico por la influencia que ocasiona el clima como la disgregación y acumulación de contaminantes en un lugar y tiempo determinado; para ello se evaluarán ciertas variables.

**Tabla 7**

*Variables Meteorológicas*

<b>VARIABLES METEOROLÓGICAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
<b>Velocidad de Viento</b>	m/s
<b>Dirección de viento</b>	1° - 360°
<b>Temperatura</b>	°C
<b>Humedad</b>	%
<b>Precipitación</b>	mm
<b>Presión Barométrica</b>	mmHg

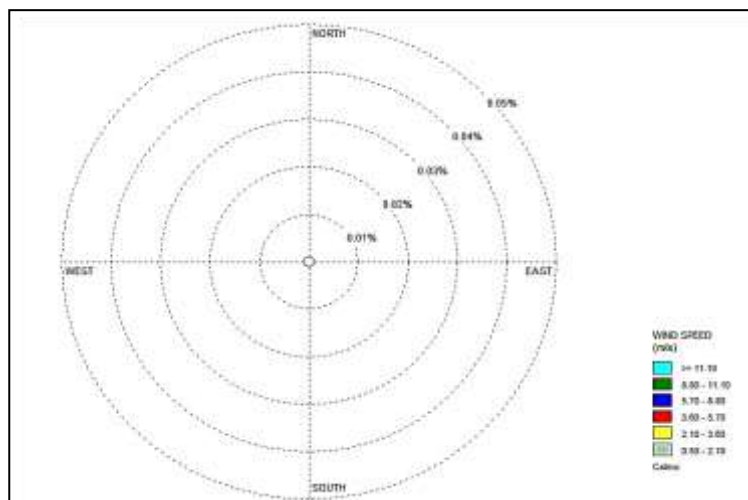
*Nota.* En la Tabla 7; se puede observar las variables meteorológicas de la ciudad de Huánuco. Senamhi, (2019).

### 2.2.7.1. ROSA DE VIENTO

Es una representación gráfica que se basa en la observación y evaluación meteorológica.

**Figura 3**

*Rosa de viento*



*Nota.* En la Figura 3; se puede observar la Rosa de viento, un programa que nos ayuda en cuanto a la evaluación meteorológica. Senamhi, (2019).

### **Barlovento y Sotavento**

Son dos términos importantes, Barlovento se refiere al inicio o procedencia del viento y Sotavento nos hace mención hacia donde se va a dirigir el viento.

**Figura 4**

*Dirección de Barlovento - Sotavento*



*Nota.* En la Figura 4; se puede observar la dirección del viento: Barlovento y Sotavento; es decir la procedencia del viento y el desplazamiento de la misma. Senamhi, (2019).

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

- **Calidad ambiental:** Describe el conjunto de procesos biológicos, geoquímicos y físicos y sus diversas y complejas interacciones, que tienen

lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada de forma negativa o positiva, por la acción del ser humano; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como impactos a la salud de las personas. MINAM, (2012).

- **Contaminante ambiental:** Toda energía o materia al incorporarse o actuar en el ambiente degrada o altera su calidad a niveles no adecuados para la salud y el bienestar humano y/o ponen en peligro los ecosistemas. MINAM, (2012).
- **Contaminación del aire:** Elemento que supone peligro para la salud y el bienestar humano en determinadas concentraciones en el aire. MINAM, (2012).
- **Lugar de observación:** Sitio en el que se ubican los equipos de vigilancia, establecidas donde se medirá el aire, respetando los protocolos establecidos. MINAM, (2012).
- **Niveles de calidad de aire:** Son los niveles máximos de concentración de contaminación de aire. Esto debe lograrse mediante mecanismos y plazos establecidos de común acuerdo. MINAM, (2012).
- **Impingers:** También llamada botella recolectora de cada gas que se quiera extraer. MINAM, (2012).
- **Manguera de tygon** Se utiliza para conectar directamente el impinger con la bomba de succión, para q así pueda pasar el aire.
- **Acompañamiento ambiental:** Consiste en llevar a cabo la observación ambiental en tiempo y espacio específicos. MINAM, (2012).
- **Parámetro:** Mide aspectos físicos, químicos o biológicos como parte de los estándares ambientales. MINAM, (2012).
- **Protocolo:** es un documento el cual puede ser de guía, el cual contiene pautas, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica. OEFA, (2015).

- **Rotámetro:** Equipos para medir el caudal de fluidos líquidos o gaseosos en tuberías. MINAM, (2012).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**H<sub>i</sub>:** La determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**H<sub>i1</sub>:** El nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

**H<sub>o1</sub>:** El nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

**H<sub>i2</sub>:** El nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad– 2019.

**H<sub>o2</sub>:** El nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad– 2019.

**H<sub>i3</sub>:** El nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

**H<sub>o3</sub>:** El nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO), no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Determinación de los niveles de concentración de gases

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Zonas de mayor congestión vehicular

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ÁREA DE ESTUDIO	NORMATIVA APLICABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTOS
<b>VD:</b> <b>Determinación de niveles de concentración de gases</b>	Referente a los criterios para determinar la calidad de aire se consideraron tres: Dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono.	Los parámetros de gases fueron monitoreados en las zonas de mayor congestión o vehicular como: Los jirones Dámaso Beraún con Huallayco y los jirones Dos de Mayo con Libertad	D.S. N° 003-2017-MINAM, Estándar Calidad para Aire	Emisión de gases de combustión generados por el combustible	Parámetro Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	Tren de muestreo
					Parámetro Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	ECA aire D.S. N° 003-2017-MINAM
					Parámetro Monóxido de carbono (CO)	ug/m <sup>3</sup>	Guías de calidad del aire de la OMS
<b>VI:</b> <b>Congestionamiento vehicular</b>	. Se realizó el conteo vehicular de las zonas de mayor congestión de vehículos motorizados establecidas en los lugares de observación			Demanda vial	Flujo vehicular (cantidad de vehículos en un tiempo y lugar determinado)	Veh. / hora	Registro de conteo vehicular



## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

La investigación representó, un conjunto de procesos dividido en las etapas de acuerdo al protocolo de monitoreo, fue secuencial ya que cada etapa fue fundamental para la toma de muestras probatorias dado que los datos recolectados fueron analizados en un laboratorio el cual ayudó a determinar de manera significativa la calidad del aire.

Por tanto, se enfocó en un estudio cuantitativo ya que según, Hernández, Fernández y Baptista L. (2014), los enfoques cuantitativos recopilan datos, identifican patrones de comportamiento y prueban además las hipótesis. (p.4).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Esta investigación tuvo, el alcance de correlación, descripción y explicación: De correlación, porque reveló cómo se relacionaron las dos variables del estudio; este estudio se refirió a la variable 1 (determinación de la concentración de gas) y a la variable 2 (zona de mayor congestión automovilística).

Fue, descriptivo porque, tuvo como objetivo identificar la naturaleza y características del proceso o fenómeno que se analizó. Esto significa que los investigadores miden de forma independiente o conjunta las variables de estudio.

Fue explicativa, porque tuvo como objetivo de establecer el porqué de los hechos o fenómenos estudiados, puesto que las variables estudiadas fueron relacionadas entre sí, además, porque fue un tipo de investigación que tiene una estructura más estricta.

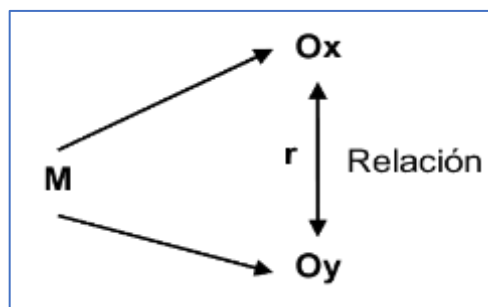
### 3.1.3. DISEÑO

El estudio correspondió, al diseño no experimental, ya que las variables no fueron manipuladas deliberadamente y los fenómenos observados ocurrieron en un ambiente natural; en otros términos, no se consideraron la evolución del problema o fenómeno sino, se describieron las relaciones entre dos variables establecidas, es decir entre la variable 1 (determinación de los niveles de concentración de gases) y la variable 2 (zonas de mayor congestionamiento vehicular).

El diagrama utilizado fue el siguiente:

**Figura 5**

*Diagrama de la relación de las variables*



**Donde:**

**M** = Muestra

**O<sub>1</sub>** = Observación da la Variable **X (1)**

**O<sub>2</sub>** = Observación de la Variable **Y (2)**

**r** = Correlación entre dichas variables

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

La población de estudio estuvo compuesta por todos los vehículos que circulan en Huánuco, incluyendo motocicletas, Bajajs, Ticos, sedanes, combis, camionetas, Custers, autobuses, camionetas de dos ruedas y vehículos de 3 ejes, entre otros.

**Tabla 9**

*Cantidad de vehículos pesados - Jr. Dámaso Beraún con el Jr. Huallayco y el Jr. Dos de Mayo con Jr. Libertad*

<b>DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO</b>		
<b>Flujo de transportes pesados en la unidad de peaje 2018-2019</b>		
<b>Mes</b>	<b>2018 P/</b>	<b>2019 P/</b>
<b>Ene.</b>		39 977
<b>Feb.</b>		35 830
<b>Mar.</b>	22 872	37 620
<b>Abr.</b>	17 787	
<b>May.</b>	40 131	
<b>Jun.</b>	36 403	
<b>Jul.</b>	37 433	
<b>Ago.</b>	40 544	
<b>Sep.</b>	37 410	
<b>Oct.</b>	40 620	
<b>Nov.</b>	38 758	
<b>Dic.</b>	38 758	

*Nota. Se puede observar en la Tabla 9; la cantidad de vehículos pesados entre los jr. con mayor influencia; es decir, con mayor congestión vehicular. INEI. (2019).*

**Tabla 10**

*Flujo de vehículos ligeros - Jr. Dámaso Beraún con el Jr. Huallayco y el Jr. Dos de Mayo con Jr. Libertad*

<b>DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO</b>		
<b>Número de transportes ligeros en la unidad de peaje  2018-2019</b>		
<b>Mes</b>	<b>2018 P/</b>	<b>2019 P/</b>
<b>Ene.</b>		56 484
<b>Feb.</b>		45 658
<b>Mar.</b>	29 454	46 384
<b>Abr.</b>	19 962	
<b>May.</b>	49 338	
<b>Jun.</b>	47 511	
<b>Jul.</b>	53 067	
<b>Ago.</b>	57 363	
<b>Sep.</b>	52 688	
<b>Oct.</b>	52 832	
<b>Nov.</b>	51 522	
<b>Dic.</b>	62 569	

*Nota. Se puede observar en la Tabla 10; la cantidad de vehículos pesados entre los jr. con mayor influencia; es decir, con mayor congestión vehicular. INEI. (2019).*

### **3.2.2. MUESTRA**

La muestra fue, conformada por las unidades identificadas en las estaciones de monitoreo de acuerdo al flujo vehicular y demanda vial. Por ello los puntos de monitoreo seleccionados de acuerdo a la observación de mayor flujo vehicular en horas específicas fueron:

- Jirón Dámaso Beraún con el Jr. Huallayco.
- Jirón Dos de Mayo con el Jr. Libertad.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire Ambiente R.M. No. 093-2019-MINAM, el procedimiento detallado fue el siguiente:

##### **Pre-Monitoreo**

##### **➤ Planificación o Plan de Muestreo**

Esto se hizo, para brindar una visión general de los esfuerzos de vigilancia aérea en términos de objetivos y cumplimiento de los estándares establecidos; incluyo los principales procesos y actividades a realizar (antes, durante y después del monitoreo) para determinar el propósito de la investigación, para tal efecto se debe considerar:

- Ruta de actividades.
- Posición del área de estudio.
- Número de puntos o estaciones de monitoreo.
- Parámetros monitoreados por Air-ECA
- Presupuesto.
- Compra de equipos, materiales y accesorios.
- Disponibilidad, seguridad y asequibilidad de la energía.

➤ **Establecimiento de red para el monitoreo**

Fue necesario determinar con precisión y eficiencia los niveles actuales de contaminantes gaseosos en lugares más pobladas de la ciudad. Por tanto, el seguimiento realizado está elaborado para calificar los efectos sobre la salud ambiental. Se cree que los resultados y datos obtenidos se pueden utilizar en todos los estudios académicos futuros destinados a evaluar la propiedad del aire.

➤ **Clasificación de zonas de monitoreo de la calidad de aire**

Se realizó la clasificación de acuerdo a:

- **Su finalidad:** Como una estación urbana y de tráfico, porque se realizó en la muestra de estudio y está asociada a las emisiones de tráfico terrestre cercano.
- **Por su escala:** se realiza a micro escala porque está asociada al fenómeno que ocurre a escala de 0m a 100m, con fuentes de emisión cercana.

➤ **Número de punto de monitoreo**

Para poder determinar la cantidad de puntos a monitorear (2 puntos), se consideró el criterio poblacional de Huánuco, teniendo en cuenta que dicho departamento tiene 293397 habitantes.

**Tabla 11**

*Cantidad de puntos mínimos para la propiedad adecuada de aire, según el criterio poblacional*

<b>Población (miles de habitantes)</b>	<b>Número mínimos de punto de monitoreo</b>
<b>0 - 249</b>	1
<b>250 - 749</b>	2
<b>750 - 999</b>	3
<b>1000 - 1499</b>	4
<b>1500 - 1999</b>	5
<b>2000 - 2749</b>	6
<b>2750 - 3749</b>	7
<b>3750 - 4749</b>	8

4750 - 5999	9
≥ 6000	10

*Nota.* En la Tabla 11, se puede observar la cantidad de puntos mínimos que se debe tener para una adecuada propiedad de aire; el cual va según el criterio poblacional a estudiar. Directiva de la Unión Europea, (2008).

**Tabla 12**

*Población del departamento de Huánuco 2017*

Provincia	N° Distrito	Población Censada 2017
Huánuco	13	293 397
Leoncio Prado	10	127 793
Huamalíes	11	52 039
Ambo	8	50 880
Pachitea	4	49 159
Dos de Mayo	9	33 258
Puerto Inca	5	32 538
Marañón	5	26 622
Yarowilca	8	19 897
Lauricocha	7	18 913
Huacaybamba	4	16 551
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>721 047</b>

*Nota.* En la Tabla 12, se puede observar la cantidad poblacional a estudiar y los diferentes distritos. INEI, (2017).

➤ **Resolución de los estándares de calidad del aire a monitorear**

Se consideró:

- **Fuentes vinculadas:** En este estudio, se investigaron las difusiones de contaminantes de la flota de vehículos del entorno urbano.
- **Se priorizaron los parámetros:** SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>.

➤ **Resolución del periodo de monitoreo por parámetro**

Para la obtención de datos confiables y representativos fue necesario tener presente los requisitos de periodo de monitoreo:

**Tabla 13***Requisitos de periodo de seguimiento del trabajo de investigación*

Tipo de tecnología	Tipo de monitoreo	Parámetro	Periodo a monitorear de acuerdo al ECA
<b>Manual</b>	Discontinuo	NO2	1 h
		CO	8 h
		SO2	24 h

*Nota.* En la Tabla 13; se puede observar, los requisitos de período de seguimiento del trabajo de investigación; que para ello se empleó un tipo de monitoreo con un equipo manual – discontinuo. EPA-454/B-17-001, (2017).

➤ **Elaboración de materiales, equipos e insumos**

Se contó con:

- Medio de transporte (vehículo), que ayudó al traslado del equipo de monitoreo y materiales empleados.
- Equipos de monitoreo: Tren de muestreo con regulador de flujo manual, estación meteorológica, GPS, Cámara fotográfica.
- Materiales: frascos de plástico pequeño, caja térmica cooler, mascarilla, guantes, pizarra, plumón, cono de seguridad (aseguramiento de la zona de monitoreo), cinta de seguridad, formatos.
- Insumos: sustancias captadoras, ice pack

**Tabla 14***Sustancias captadoras*

Parámetro	Equipo	Sustancias captadoras	Vol. De sustancias captadoras
<b>SO2</b>	Tren de muestreo	Tetracloromecurato de potasio – TCM	50 ml
<b>NO2</b>	con regulador de	Solución Alcalina de Arsenito	10 ml
<b>CO</b>	flujo manual	Alcalina de p-SABA	40 ml

*Nota.* En la Tabla 14; se puede observar las sustancias captadoras de cada uno de los parámetros en estudio. CETEMIN-Manual de observación, (2016).

## Monitoreo – Procedimientos y Toma de Muestra

### ➤ Reconocimiento del entorno

Se identificó el lugar del trabajo de monitoreo:

- a) **Georreferenciación:** Se identificó el punto exacto de instalación de los equipos y se inició con el monitoreo empleando un equipo especializado (sistema de posicionamiento global), además de ello las coordenadas fueron anotadas en una pizarra que fue acompañada al equipo de monitoreo para su identificación.

### ➤ Delimitación del área de instalación del equipo

Por un tema de seguridad, el área donde se ubicaron los equipos de monitoreo, fueron resguardados bajo una delimitación visual con una cinta para evitar el ingreso de cualquier individuo hacia el lugar de estudio.

### ➤ Instalación de los equipos

- **Primero**, se instaló la estación meteorológica la cual inicia con en el armado del soporte (trípode); luego, la colocación de los sensores integrados, el pluviómetro y por último el anemómetro; todos ellos conectados en una consola para el registro de datos meteorológicos por un intervalo de 24h.
- **Segundo**, se instala el equipo tren de muestreo en dirección a la fuente; posteriormente la base (trípode) donde se puso el equipo de monitoreo.
- **Tercero**, Los burbujeadores (Impingers) limpios son envueltos con papel aluminio, para la protección de las sustancias captadores y son colocados en el tren.
- **Cuarto**, se encendió el equipo para medir el flujo de aire de las manguerillas que ingresan a la bomba de succión con el rotámetro; luego, se colocaron los burbujeadores con la solución captadora en las pinzas.



- **Quinto**, se conectó el burbujeador en las manguerillas y se comenzó con el monitoreo.

**Tabla 15**

*Juicios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo*

<b>Características</b>	<b>Criterios técnicos</b>	<b>Otros aspectos a considerar</b>
Altura de la entrada de la muestra (sobre el suelo)	Mínimo 1.5 m y máximo 15 m.	Dado que las mediciones se centran en la pureza del aire que respiramos, se considera que lo más adecuado es entre 1,5 y 4 m.
Intervalo horizontal con respecto a obstáculos más frecuentes.	Mayor o igual a 2,5 veces la diferencia de la altura	Se consideran obstáculos a cualquier barrera física como paredes, edificaciones, árboles, entre otros.
Restricciones sobre flujo de aire hacia la estación de monitoreo.	Las estaciones de medición deben ubicarse en al menos tres de los cuatro cuadrantes (norte, oeste, este y sur) de manera que no puedan impedir la cantidad de aire.	La cantidad de aire libre pudiera afectar la representatividad espacial de la estación de monitoreo

*Nota.* En la Tabla 15; se puede observar los criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo – Aire así mismo con sus intervalos de tiempo. Alberta Environment & Parks, (2016).

### ➤ **Toma de muestra**

Una vez culminado el tiempo por parámetro, a monitorear se tuvo la indumentaria adecuada (guardapolvo o chaleco, guantes de nitrilo o vinilo, mascarilla) para el aseguramiento de la calidad de la muestra, luego se procedió a:

- Apagar la bomba de succión
- Retirar el burbujeador y proceder a vaciar la solución captadora a los frascos correspondientes.
- Limpiar el burbujeador con agua destilada y proceder a embalarlo para llevarlo al próximo punto de monitoreo.

### ➤ **Rotulado**

A los frascos con las muestras del tren de muestreo se adhirieron una etiqueta, donde se especificó lo siguiente:

- Nombre.
- Responsable del monitoreo.
- Punto de muestreo.
- Coordenadas UTM de la estación.
- Especificar parámetro a evaluar y sustancia captadora utilizada.
- Tiempo de muestreo.

➤ **Almacenamiento, mantenimiento y transporte de la muestra**

- Las muestras fueron almacenadas dentro de una caja térmica (Cooler), las cuales estaban acompañadas con Ice pack (gel refrigerante) para poder conservar la muestra a 4°C.
- Estas muestras fueron acondicionadas de tal manera que no ocurran derrames durante su traslado al laboratorio.
- Las muestras fueron acompañadas con una cadena de custodia, que es un formato el cual evidencia que se ha realizado el monitoreo, en el cual se especificó los parámetros monitoreados y las sustancias captadoras utilizadas, de acuerdo al día y fecha de monitoreo.

**Método para el análisis de las muestras**

➤ **Datos Meteorológicos y Rosa de Viento**

La consola meteorológica DAVIS Pro2, almaceno los datos obtenidos en un periodo de tiempo de cinco minutos durante 24h (el tiempo que transcurre el monitoreo del tren de muestreo).

Estos datos fueron, almacenados de forma automática, para poder visualizar todos los datos y promedio, fue necesario pasar esos datos de la consola a la PC con el programa WeatherLink 6.0.3 y luego poder hacer la rosa de vientos en el programa WRPLOT View-Frrware.

- **Primero**, se descargaron los datos de la consola al programa WeatherLink para poder visualizarlos; luego, este archivo fue importado al programa WRPLOT View-Frware para la realización de la rosa de viento.

- **Segundo**, solo se importaron los datos como año, mes, día, hora, rapidez del viento, dirección y precipitación; luego, se colocaron los datos de altitud y longitud, zona horaria y se guardó el archivo.
- **Tercero**, se abrirá el archivo guardado y se visualizará el histograma de velocidades.

#### ➤ **Aforo Vehicular**

Se llevó a cabo a través de la aplicación de conteo de tráfico y clasificación vehicular en los lugares de observación establecido. En los puntos se realizó el conteo en las horas establecidas donde se evidenciaron más flujo vehicular en horas de la mañana; al medio día y en la tarde, este conteo proporcionó información relevante sobre la cantidad y estructura del tráfico.

#### ➤ **Procedimiento Para la Determinación de Concentración de Gases**

Para obtener las concentraciones de gases fue necesario emplear las siguientes formulas:

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1 \times T_2}{P_2 \times T_1}$$

**Donde:**

$V_1$  = Volumen de muestreo

$V_2$  = Volumen standard (m<sup>3</sup>)

$P_1$  = Presión de muestreo (mm de Hg)

$T_1$  = Temperatura de muestreo (°C + 273 = °K)

$P_2$  = Presión standard (760 mm de Hg)

$T_2$  = Temperatura standard (25 + 273 = 298°K)

Concentración final:

$$SO_2, NO_2, CO (ug/m^3) = \frac{SO_2, NO_2, CO \text{ ug}(X \text{ ml de muestra})}{V_2}$$

### **3.3.2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **➤ Tren de Muestreo con Regulador de Flujo Manual**

La muestra fue determinada a través del método de absorción química según UNASAM, protocolo de monitoreo del aire. El sistema consta principalmente de:

- Bomba de succión
- Rotámetro
- Choque
- Sustancias captadoras
- Manguera tygon, para la unión del sistema entre sí.

#### **➤ Parada meteorológica Davis Vantage Pro2**

Es un instrumento climático que sirve para recolectar de datos, cuyas partes son:

- Anemómetro
- Pluviómetro
- Caja de sensores y Sensores integrados
- Trípode
- Consola

#### **➤ Formatos de vigilancia**

##### **✓ Observación**

Los datos llenados son:

- Nombre de la investigación.
- Nombre del investigador, E-mail y número telefónico.
- Codificación.
- Para el inicio de muestreo hora y fecha.
- Hora y fecha de culminación del muestreo.
- Parámetros evaluados.
- Numero de muestras.
- Observación del punto de muestreo.

- Georreferencia UTM.
- Altitud.

✓ **Ficha técnica – lugares de control para la observación sobre la calidad de aire**

Esta ficha debe de contener los siguientes datos:

- Nombre de la investigación.
- Identificación del investigador.
- Código de monitoreo.
- Fecha de inicio y de culminación.
- Ubicación.
- Coordenadas UTM (Este, Norte, Altitud), Zona.
- Parámetro a evaluar.
- Variables meteorológicas evaluadas.

✓ **Ficha de reconocimiento del punto de monitoreo**

En ella se debe tener presente los siguientes datos:

- Nombre de la investigación
- Investigador
- Código de monitoreo
- Descripción
- Accesibilidad
- Finalidad
- Reconocimiento del entorno
- Ubicación en Coordenada UTM, zona y altitud
- Croquis sobre el punto de observación
- Fotografía de la estación de monitoreo

✓ **Ficha de aforo vehicular**

Es necesario tener los siguientes datos:

- Nombre de la investigación.
- Investigador.
- Código, coordenadas UTM, altitud, zona.

- Ubicación.
- Fecha.
- Tiempo de observación.
- Tipo de vehículo (ligeros o pesados).
- Total, de vehículos contabilizados.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Toda la información obtenida, durante el monitoreo fue procesada mediante cuadros estadísticos, diagramas y gráficos ilustrativos.

El análisis y contrastación de la información se desarrolló a través del paquete estadístico SPSS 22 (Statistical PackForthe Social Sciences), y referente a la contrastación de las hipótesis se realizó a través de la prueba estadística del Coeficiente de Correlación de Rho Spearman.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

Los siguientes datos se obtuvieron como resultado de la planificación e implementación del seguimiento realizado en el trabajo de investigación:

- **Primero**, se evaluó el aforo vehicular en las zonas de mayor congestión, se contó con una ficha de registro para contabilizar los vehículos entre ligeros y pesados que circulan por la ciudad, de preferencia este conteo se realizó los primeros días laborables de la semana y en horas punta, donde se observó mayor demanda vehicular.
- **Segundo**, los resultados del monitoreo de gas en áreas de alto tráfico, se evaluaron de la misma manera comparándolos con los resultados de la evaluación proporcionados por el D.S. N° 003-2017 MINAM ECA y con la guía de calidad de aire de la OMS.
- **Tercero**, se evaluaron los resultados meteorológicos, de los cuales se generaron los resultados de la Rosa de Viento, la cual fue muy importante para saber la velocidad de dispersión de contaminantes su posible acumulación.
- **Cuarto**, Los resultados arriba aludidos, fueron contrastados a través de la prueba de hipótesis respectiva.

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. RESPECTO A LOS DATOS DE AFORO VEHICULAR OBTENIDOS

Los datos se obtuvieron antes de realizar el monitoreo, para poder evaluar el área donde se genera mayor tráfico vehicular; al respecto, el área deberá cumplir los requisitos necesarios antes descrito que ayuden a la ejecución del monitoreo de manera satisfactoria.

##### ➤ AFORO VEHICULAR CA-01 HCO

El área de evaluación es el lugar donde se evidencia mayor tráfico vehicular, en horas pico abarca el cruce entre los Jirones Dámaso

Beraún y Huallayco. Se encuentra muy próximo al mercado central, lo cual genera que haya un tránsito peatonal muy frecuente por la zona.

**Tabla 16**

*Aforo vehicular en la estación de monitoreo CA-01 HCO*

TIEMPO CADA DIEZ MINUTOS		VEHÍCULOS LIVIANOS						VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL, DE VEHICULO POR HORA	
		MOTOCICLETA	BAJAT	TICO	AUTO	AUTOS PICK UP	COMBI	OTROS	CUSTERS	BUSES		CAMION 2 EJES
07:00	07:10	58	104	66	24	3	3	7	1	0	0	1622
07:10	07:20	62	98	68	31	1	5	3	1	0	1	
07:20	07:30	64	108	54	31	1	6	1	2	0	3	
07:30	07:40	71	119	57	33	0	3	2	1	0	0	
07:40	07:50	58	109	53	28	2	2	2	1	0	2	
07:50	08:00	53	109	70	32	1	1	4	3	0	0	
12:30	12:40	90	112	64	26	0	2	1	1	0	1	1689
12:40	12:50	84	130	62	30	1	3	1	1	0	2	
12:50	13:00	71	98	88	32	2	1	3	2	0	1	
13:00	13:10	69	105	55	29	3	4	1	2	0	0	
13:10	13:20	60	86	69	21	1	1	2	1	0	2	
13:20	13:30	61	108	71	22	0	6	0	1	0	0	
17:30	17:40	60	73	62	25	1	3	3	2	0	0	1525
17:40	17:50	64	94	51	15	3	2	1	0	0	1	
17:50	18:00	65	77	60	34	0	3	5	1	0	0	
18:00	18:10	72	94	81	38	2	1	2	2	0	1	
18:10	18:20	62	101	68	26	3	2	4	2	0	0	
18:20	18:30	57	99	73	20	2	4	3	1	0	0	

*Nota.* En la Tabla 16, se puede observar el aforo vehicular en la estación de monitoreo CA -01 – HCO; teniendo un total de vehículos de 4,836. Celis, (2019).

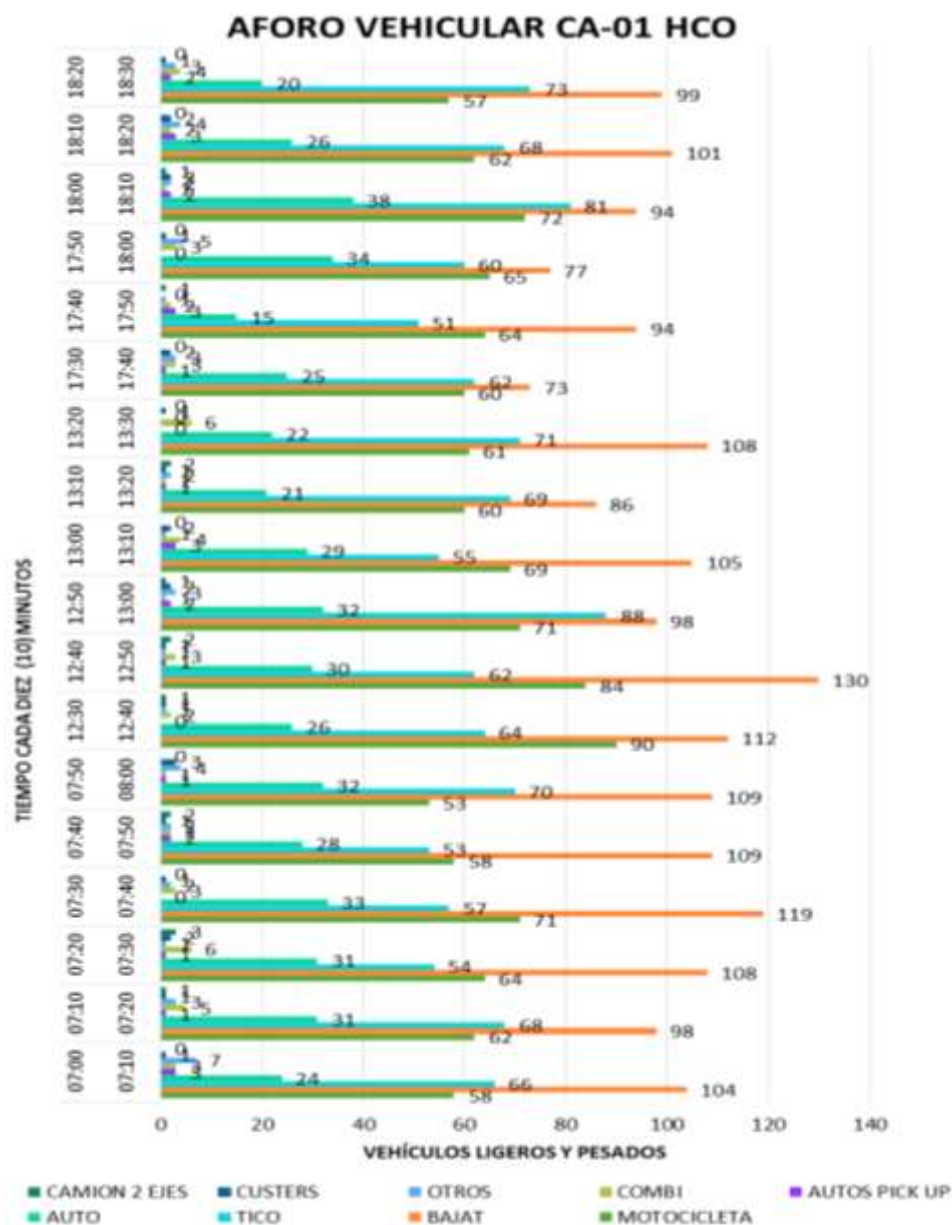
## INTERPRETACIÓN

En la Tabla 16, se puede observar los distintos aforos vehiculares en la estación de monitoreo CA -01 – HCO; teniendo un total de vehículos de 4,836, siendo de mayor presencia los de tipo bajaj así como el de menor auge en el caso de los camiones.



**Figura 6**

*Vehículos transitados en las horas de mayor congestión vehicular contabilizados cada diez minutos en el lugar de observación CA-01 HCO*



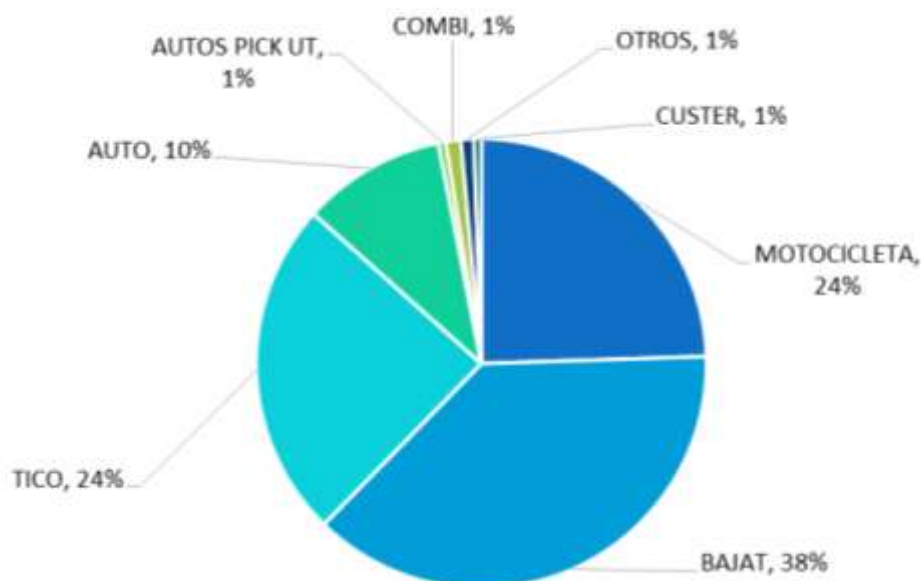
Nota. En la figura 6, se puede observar el aforo vehicular en la estación de monitoreo CA -01 – HCO; teniendo un total de vehículos de 4,836. Celis, (2019).

### INTERPRETACIÓN

En la Figura 6, se puede observar los distintos aforos vehiculares en la estación de monitoreo CA -01 – HCO; teniendo un total de vehículos de 4,836 durante el día, siendo de mayor presencia los de tipo bajaj así como el de menor auge en el caso de los camiones.

**Figura 7**

Valor porcentual promedio de vehículos transitados en el lugar de monitoreo CA-01 HCO



Nota. En la figura 7, se puede observar el aforo vehicular en la estación de monitoreo CA -01 – HCO; teniendo un total de vehículos de 4,836. Celis, (2019).

### INTERPRETACIÓN

De la tabla 16 y figura 6 y 7, se observan el valor porcentual promedio de vehículos transitados en el lugar de monitoreo CA-01 HCO, los datos del conteo se realizó en octubre del presente año en una de las zona de mayor congestión vehicular de la ciudad de Huánuco comprendido entre los jirones Dámaso Beraún y Huallayco, al respecto, se elaboró una categorización por tipo de vehículo los cuales están conformados por motocicletas, bajaj, ticos, autos, autos pick up, combi, otros (como furgonetas), custers y camiones de dos (02) ejes; los cuales utilizan combustible para su funcionamiento por lo tanto son generadores de gases que alteran la composición natural del aire. En consecuencia, los resultados del aforo vehicular indican que: de 7:00 am a 8:00 am se contabilizaron 1622 vehículos/ hora en total, de 12:30 a 1:30 pm se contabilizó un total de 1689 vehículos/hora y de las 5:30 pm a 6:30 pm fueron 1525 vehículos/hora que transitaban por la zona, todos ellos entre vehículos ligeros y pesados. Se realizó una comparación de vehículos transitados en horas pico y se evidencia que los vehículos de mayor

tránsito durante la realización del aforo vehicular fueron bajaj con un promedio mayor de 101.33 v/h que representa el 38%, ticos 65.11 v/h representando el 24% y motocicletas 65.61 el 24%.

### ➤ Aforo Vehicular CA-02 HCO

El área de evaluación es una de las zonas donde se evidencia mayor tráfico vehicular en horas pico abarca el cruce entre los Jirones Dos de Mayo y Libertad. Se encuentra muy próximo a tiendas comerciales por lo que es muy transitada tanto por los vehículos como por las personas.

**Tabla 17**

*Aforo vehicular en la estación de monitoreo CA-02 HCO*

TIEMPO CADA DIEZ MINUTOS	VEHÍCULOS LIVIANOS							VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL DE VEHICULO POR HORA
	MOTOCICLETA	BAJAT	TICO	AUTO	AUTOS PICK UP	COMBI	OTROS	CUSTERS	CAMION 2 EJES	CAMION 3 EJES	
07:00 - 07:10	160	294	70	30	12	4	3	1	3	0	2638
07:10 - 07:20	147	214	67	26	10	6	0	2	1	0	
07:20 - 07:30	95	181	42	20	8	3	2	2	2	0	
07:30 - 07:40	158	192	75	13	12	7	1	1	0	0	
07:40 - 07:50	82	218	53	17	7	5	3	4	1	0	
07:50 - 08:00	79	183	84	22	10	2	1	3	0	0	
12:30 - 12:40	76	247	72	36	13	5	3	2	3	3	3748
12:40 - 12:50	122	359	90	42	9	3	1	1	0	0	
12:50 - 13:00	153	373	121	57	10	7	8	4	7	1	
13:00 - 13:10	137	308	99	82	14	10	8	1	1	1	
13:10 - 13:20	146	339	111	70	8	6	4	2	1	1	
13:20 - 13:30	131	275	89	57	6	5	2	3	3	0	
17:30 - 17:40	64	206	70	24	9	6	1	1	2	0	2822
17:40 - 17:50	86	232	101	30	13	3	2	2	5	0	
17:50 - 18:00	79	245	102	24	3	4	0	4	1	0	
18:00 - 18:10	99	184	113	42	4	7	4	2	3	0	
18:10 - 18:20	83	267	104	34	8	2	1	3	1	0	
18:20 - 18:30	81	297	97	54	2	3	3	1	4	0	

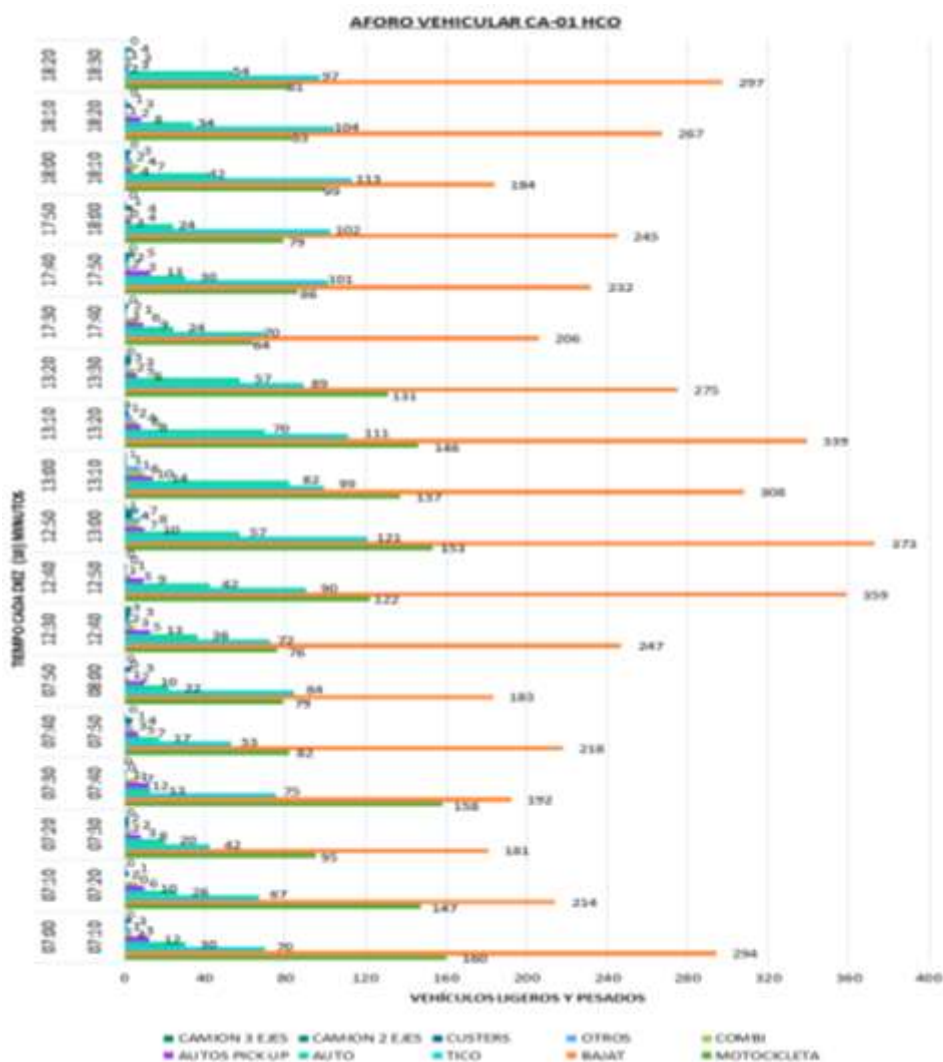
*Nota.* En la tabla 17, se puede observar el aforo vehicular en la estación de monitoreo CA -02 – HCO; teniendo un total de vehículos de 9,208. Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 17, se puede observar los distintos aforos vehiculares en la estación de monitoreo CA -02 – HCO; teniendo un total de vehículos de 9,208 durante el día, siendo de mayor presencia los de tipo bajaj así como el de menor auge en el caso de los cousters.

**Figura 8**

*Vehículos transitados en las horas de mayor congestionamiento vehicular contabilizados cada diez minutos en el punto de observación CA-02- HCO*



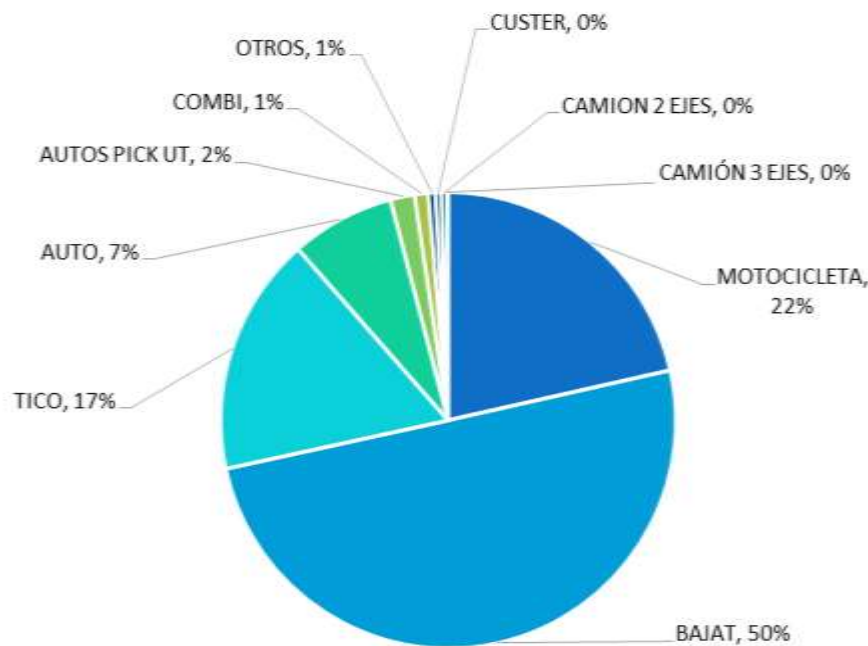
*Nota.* En la figura 8, se puede observar el aforo vehicular en la estación de monitoreo CA -02 – HCO; teniendo un total de vehículos de 9,208. Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

En la figura 8, se puede observar los distintos aforos vehiculares en la estación de monitoreo CA -02 – HCO; teniendo un total de vehículos de 9,208 durante el día, siendo de mayor presencia los de tipo bajaj así como el de menor auge en el caso de los cousters.

**Figura 9**

*Valor porcentual promedio de vehículos transitados en el punto de observación CA-02 HCO*



*Nota.* En la figura 9, se puede observar el aforo vehicular en la estación de monitoreo CA -02 – HCO; teniendo un total de vehículos de 9,208. Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

De la tabla 17, figura 8 y 9, se observan los datos del conteo realizados en octubre del presente año en el punto de monitoreo CA-02 HCO, donde, cada diez (10) minutos, una de las zona de mayor congestión vehicular de la ciudad de Huánuco comprendido entre los jirones Dos de Mayo y Libertad, al respecto, se elaboró una categorización por tipo de vehículo los cuales están conformados por motocicletas, bajaj, ticos, autos, autos pick up, combi, otros (como furgonetas), custers, camiones de dos (02) y tres (03) ejes; los cuales

utilizan combustible para su funcionamiento por lo tanto son generadores de gases que alteran la composición natural del aire.

Los resultados del aforo vehicular indica que: de 7:00 am a 8:00 am se contabilizaron 2638 vehículos/hora en total, de 12:30 a 1:30 pm se contabilizó un total de 3748 vehículos/hora y de las 5:30pm a 6:30 pm fueron 2822 vehículos/hora que transitaban por la zona, todos ellos entre vehículos ligeros y pesados. Se realizó una comparación de vehículos transitados en horas pico y se evidencia que los vehículos de mayor tránsito durante la realización del aforo vehicular fueron bajat con un promedio mayor de 256.33 v/h que representa el 50% y motocicletas 109.89 v/h representando el 22%.

#### 4.1.2. RESPECTO AL MONITOREO DE GASES

El análisis de las muestras y posterior resultado, fueron realizados laboratorios acreditados ante INACAL.

##### ➤ Efecto sobre observación del Dióxido de Azufre

Tabla 18

*Dióxido de Azufre, en los puntos de monitoreo CA-01 HCO y CA-02 HCO; zonas de mayor congestión vehicular, 2019*

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR R ECA <sup>(i)</sup>	VALOR R OMS <sup>(ii)</sup>	RESULTADO DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL (Acompañamiento)	
					CA-01 HCO	CA-02 HCO
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>	250	20		12.759	12.759
	ug/muestra			<3.7		

*Nota.*

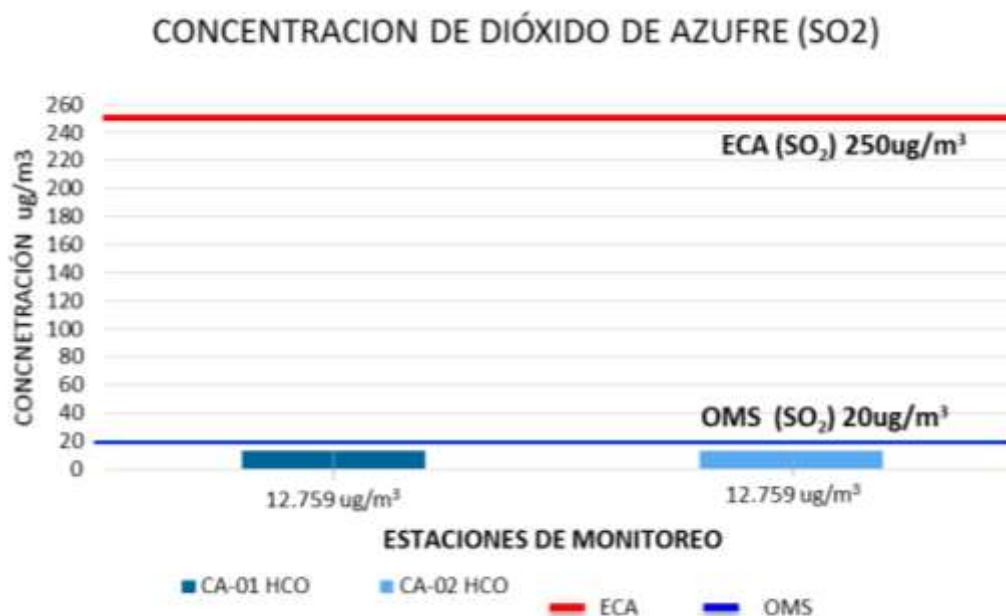
- Valores comprendidos según el Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM.
- Valores comprendidos en la GCA de la OMS, relativa al Dióxido de Azufre, 2005.
- Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

La Tabla 18 señala los resultados de los parámetros de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) monitoreados en el laboratorio durante un lapso de 24 horas. En este sentido, la estación CA-01 HCO presenta una concentración <3,7 mg/muestra en octubre. Lugar CA-02 Concentración de HCA <3,7 mg/muestra; Por lo tanto, se realizaron las conversiones necesarias para compararlas con las directrices de calidad del aire de la ECA y la OMS, que arrojaron una concentración de 12.759 mg/m<sup>3</sup> para ambas estaciones.

**Figura 10**

*Comparación con las acumulaciones obtenidas de Dióxido de Azufre*



*Nota.* En la figura 10, se puede observar la concentración del SO<sub>2</sub>; arrojando un resultado de 3.7 ug/m<sup>3</sup> lo cual está dentro de la normativa ambiental vigente. Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

En la figura 10, la cantidad de dióxido de azufre SO<sub>2</sub> en las estaciones de medición CA-01 HCO y CA-02 HCO es de 12.759 μ/m<sup>3</sup>. Por tanto, el valor es D.S., que representa una concentración de 250 mg/m<sup>3</sup>. N° 003-2017 es inferior a la concentración establecida en los patrones de calidad ambiental del MIAM. También se entiende que las

concentraciones obtenidas eran inferiores o muy cercanas al valor guía de calidad del aire de 24 horas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para SO<sub>2</sub>, es decir, 20 mg/m<sup>3</sup>.

### ➤ Monitoreo de Dióxido de Nitrógeno

**Tabla 19**

*Dióxido de Nitrógeno, en los puntos de monitoreo CA-01 HCO y CA-02 HCO; zonas de mayor congestión vehicular, 2019*

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR ECA <sup>(i)</sup>	VALOR OMS <sup>(ii)</sup>	RESULTADOS DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO	
					CA-01 HCO	CA-02 HCO
<b>Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	ug/m <sup>3</sup>	200		<0.20	8.33	8.33
	ug/muestra		200			

*Nota.* En la tabla 19, se puede observar el monitoreo del NO<sub>2</sub> CA -01 – HCO.

- Valores comprendidos en el Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM.
- Valores comprendidos en la GCA de la OMS, relativa al Dióxido de Nitrógeno, 2005.
- Celis, (2019).

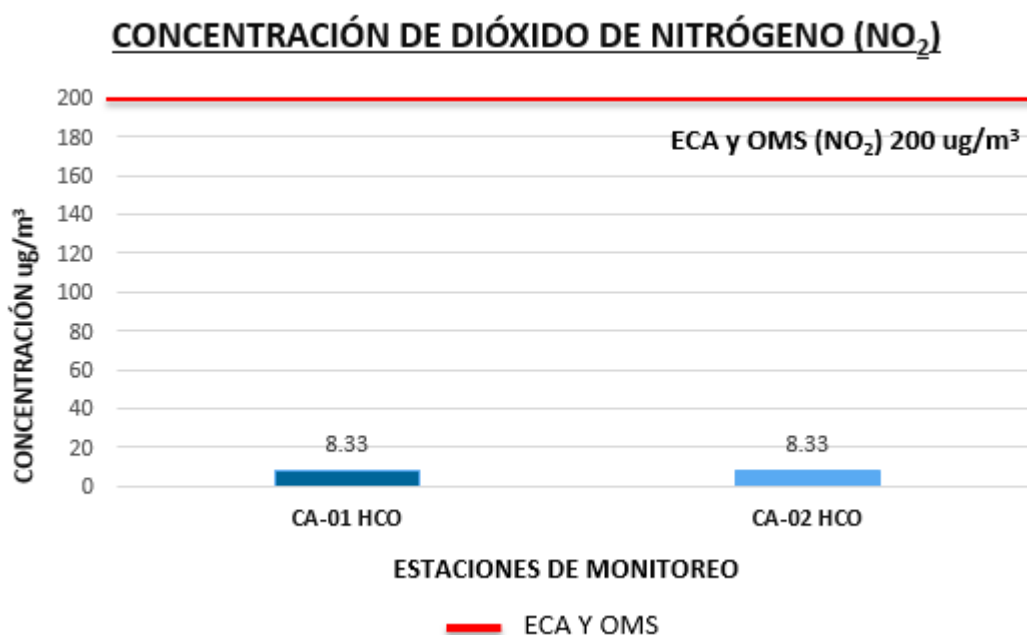
### INTERPRETACIÓN

En la tabla 19 se observan los resultados obtenidos en el laboratorio para el parámetro (NO<sub>2</sub>) monitoreados durante 1h, al respecto, en el mes de octubre la estación CA-01 HCO tiene una concentración < 0.20 ug/muestra y la estación CA-02 HCA tiene una concentración < 0.20 ug/muestra; por lo tanto, se realiza las conversiones necesarias para ser comparado con el ECA aire y la Guía de calidad de aire de la OMS, obteniéndose una concentración de 8.33 ug/m<sup>3</sup> para ambas estaciones.



**Figura 11**

*Contrastación de las concentraciones obtenidas de Dióxido de Nitrógeno*



*Nota.* En la figura 11, se puede observar la concentración del NO<sub>2</sub>; arrojando un resultado de < 0.20 ug/m<sup>3</sup> lo cual está dentro de la normativa ambiental vigente. Celis, (2019).

### **INTERPRETACIÓN**

En la figura 11, se visualiza sobre la cantidad de Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo CA-01 HCO y CA-02 HCO representan el 8.33 ug/m<sup>3</sup>; por lo tanto, el valor se encuentra por debajo del número establecido en los patrones de Calidad Ambiental para Aire D.S. N° 003-2017 MINAM que representa una concentración de 200 ug/m<sup>3</sup>. También observamos que la cantidad obtenida se encuentran en circunstancias inferiores del valor establecido en la guía de calidad de aire para NO<sub>2</sub> en 1h de la Organización Mundial de la Salud el cual es, 200 ug/m<sup>3</sup>.

## ➤ Monitoreo del Monóxido de carbono

**Tabla 20**

*Monóxido de carbono en los puntos de monitoreo CA-01 HCO y CA-02 HCO; zonas de mayor congestión vehicular, 2019*

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR ECA <sup>(i)</sup>	RESULTADO DE LABORATORIO	RESULTADO FINAL EN LOS LUGARES DE MONITOREO	
				CA-01 HCO	CA-02 HCO
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>	ug/m <sup>3</sup>	10000		622.406	622.406
	ug/muestra		< 150		

*Nota.* En la tabla 20, se puede observar el monitoreo del CO CA -01 – HCO.

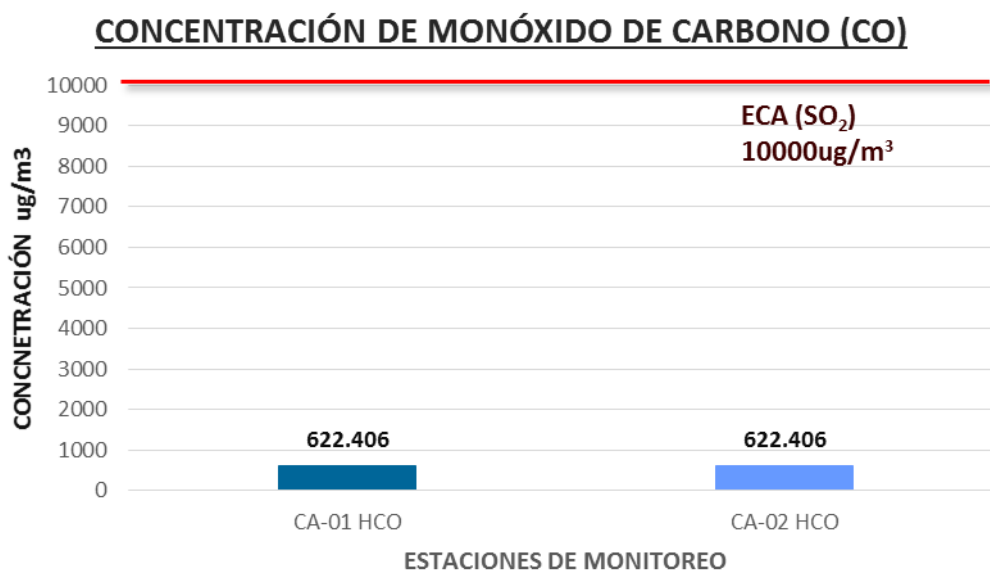
- Valores comprendidos en el Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM.
- Valores comprendidos en la GCA de la OMS, relativa al Dióxido de Nitrógeno, 2005.
- Celis, (2019).

### INTERPRETACIÓN

De la tabla 20 se observan los resultados obtenidos por parte del laboratorio sobre el parámetro Monóxido de Carbono monitoreado durante 8h, al respecto, en el mes de octubre la estación CA-01 HCO presenta una concentración < 150 ug/muestra y la estación CA-02 HCA tiene una concentración < 150 ug/muestra; por lo tanto, se realiza las conversiones necesarias para ser comparado con el ECA aire, obteniéndose una concentración de 622.406 ug/m<sup>3</sup> para ambas estaciones.

**Figura 12**

*Comparación de las concentraciones obtenidas del Monóxido de Carbono*



*Nota.* En la figura 12, se puede observar la concentración del CO; arrojando un resultado de  $< 150 \text{ ug/m}^3$  lo cual está dentro de la normativa ambiental vigente. Celis, (2019).

### **INTERPRETACIÓN**

Según la figura 12, la cantidad de Monóxido de Carbono en las estaciones de monitoreo CA-01 HCO y CA-02 HCO representan el  $622.406 \text{ ug/m}^3$ ; por lo tanto, el valor se encuentra por debajo de la concentración establecida a través del D.S. N° 003-2017 MINAM que representa una concentración de  $10000 \text{ ug/m}^3$ .

#### **4.1.3. RESPECTO AL MONITOREO METEOROLÓGICO**

Los datos se evaluaron luego de realizar la descarga de información de la consola meteorológica Davis Vantage Pro 2, esta consola registró los valores de los parámetros requeridos durante 24 horas, en las zonas de mayor congestionamiento vehicular, Huánuco.

➤ Evaluación de los Datos Meteorológicos

Tabla 21

Datos meteorológicos Huánuco, 2019

FECHA	HORA	TEMPERATURA EXTERNA	HUMEDAD RELATIVA (%)	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)	DIRECCIÓN DE VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO MAS ALTA REGISTRADA	PRESIÓN BAROMÉTRICA (mmHg)	PRECIPITACIÓN (mm)
08/11/2019	07:45 p.m.	21.2	64	1.3	N	1.8	755.4	0
08/11/2019	08:30 p.m.	20.6	68	1.3	N	3.6	755.9	0
08/11/2019	09:00 p.m.	20.1	70	0.9	NNW	2.2	756.3	0
08/11/2019	09:30 p.m.	19.7	73	1.3	NNE	4	756.5	0
08/11/2019	10:00 p.m.	19.5	74	0.9	NNE	1.8	756.7	0
08/11/2019	10:30 p.m.	19.4	74	0.9	NNE	1.8	757.1	0
08/11/2019	11:00 p.m.	19.4	74	0.9	N	1.8	756.9	0
08/11/2019	11:30 p.m.	19.1	76	1.3	NNE	2.2	756.7	0
09/11/2019	12:00 a.m.	18.6	78	0.9	NE	2.7	756.7	0
09/11/2019	12:30 a.m.	18.4	79	1.3	N	3.6	756.5	0
09/11/2019	01:00 a.m.	18.5	79	0	ENE	0.9	756.4	0
09/11/2019	01:30 a.m.	18.4	79	0.4	NNW	1.3	756.1	0
09/11/2019	03:00 a.m.	18.5	79	0.4	N	1.3	756	0
09/11/2019	03:30 a.m.	18.4	79	0	---	0	755.7	0
09/11/2019	04:00 a.m.	18.5	78	0.9	SSW	1.3	755.6	0
09/11/2019	04:30 a.m.	18.8	78	0.4	W	1.3	755.8	0
09/11/2019	05:00 a.m.	18.6	78	0	SW	0.4	755.9	0
09/11/2019	05:30 a.m.	18.7	77	0.4	WSW	0.9	755.9	0
09/11/2019	06:00 a.m.	18.1	82	0.9	NNW	1.8	756.1	0
09/11/2019	06:30 a.m.	17.9	83	0.9	N	1.3	756	0
09/11/2019	07:00 a.m.	17.7	84	0.9	NNE	2.2	756.2	0
09/11/2019	07:30 a.m.	17.9	84	0	E	0.4	756.5	0
09/11/2019	08:00 a.m.	18.2	81	1.3	NNW	2.2	756.9	0
09/11/2019	08:30 a.m.	18.7	77	0.9	NE	2.2	757.4	0

09/11/2019	09:00 a.m.	19	76	1.8	NNE	4	757.6	0
09/11/2019	09:30 a.m.	20	73	0.9	NNE	1.8	757.6	0
09/11/2019	10:00 a.m.	21	66	1.8	N	3.6	757.3	0
09/11/2019	10:30 a.m.	22.5	60	2.7	N	5.8	757.4	0
09/11/2019	11:00 a.m.	22.8	57	3.6	N	7.2	756.9	0
09/11/2019	11:30 a.m.	23.5	52	3.6	N	6.3	756.5	0
09/11/2019	12:00 p.m.	25.1	44	2.7	NNE	5.8	756.3	0
09/11/2019	12:30 p.m.	26.7	43	4	N	8	755.9	0
09/11/2019	01:00 p.m.	26	44	5.8	NNE	10.3	755.3	0
09/11/2019	01:30 p.m.	26.4	43	7.6	N	12.5	754.6	0
09/11/2019	02:00 p.m.	24.7	47	7.2	N	13.4	754.3	0
09/11/2019	03:00 p.m.	24.4	49	7.2	NNE	12.1	754	0
09/11/2019	03:30 p.m.	25.3	46	6.7	N	11.6	753.4	0
09/11/2019	04:00 p.m.	25.3	45	6.3	N	9.8	753.1	0
09/11/2019	04:30 p.m.	25.6	44	4.9	N	9.4	752.5	0
09/11/2019	05:00 p.m.	26.9	41	4.5	N	8.5	752.1	0
09/11/2019	05:30 p.m.	26.6	41	4.5	N	9.8	752.2	0
09/11/2019	06:00 p.m.	25.6	45	4.5	N	9.4	752.4	0
09/11/2019	06:30 p.m.	25	46	4	N	7.6	752.8	0
09/11/2019	07:00 p.m.	24.3	49	3.1	N	7.2	753.1	0
09/11/2019	07:30 p.m.	23.9	50	4	N	8.5	753.5	0
09/11/2019	08:00 p.m.	22.7	58	3.1	N	7.6	753.7	0
09/11/2019	08:30 p.m.	22.3	58	3.6	N	5.8	754	0
09/11/2019	09:00 p.m.	21.9	61	4	N	6.7	754.4	0
09/11/2019	09:25 p.m.	21.3	64	2.7	N	4.9	754.7	0

*Nota.* En la tabla 21, se puede observar los datos meteorológicos de la ciudad de Huánuco para el presente estudio de investigación. Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

A través de la tabla 21, se muestran los datos meteorológicos registrados para el monitoreo de gases, estos datos se emplearán para

estimar las zonas de críticas o de mayor concentración de contaminantes.

➤ **Evaluación de la Rosa de Viento**

**Tabla 22**

*Datos de Rosa de Viento*

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>	<b>HORA</b>	<b>DIRECCIÓN DEL VIENTO</b>	<b>VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)</b>
2019	10	8	20	N	3.1
2019	10	8	21	NNW	0.9
2019	10	8	22	NNE	0.9
2019	10	8	23	N	0.9
2019	10	9	24	NE	0.9
2019	10	9	1	ENE	0
2019	10	9	3	N	0.4
2019	10	9	4	SSW	0.9
2019	10	9	5	SW	0
2019	10	9	6	NNW	0.9
2019	10	9	7	NNE	0.9
2019	10	9	8	NNW	1.3
2019	10	9	9	NNE	1.8
2019	10	9	10	N	1.8
2019	10	9	11	N	3.6
2019	10	9	12	NNE	2.7
2019	10	9	13	NNE	5.8
2019	10	9	14	N	7.2
2019	10	9	15	NNE	7.2
2019	10	9	16	N	6.3
2019	10	9	17	N	4.5
2019	10	9	18	N	4.5
2019	10	9	19	N	3.1
2019	10	9	20	N	3.1
2019	10	9	21	N	4

*Nota.* En la tabla 22, se puede observar los datos meteorológicos de la ciudad de Huánuco para el presente estudio de investigación, basado en el programa Rosa de viento y a su vez se observa la velocidad y la dirección del viento. Celis, (2019).

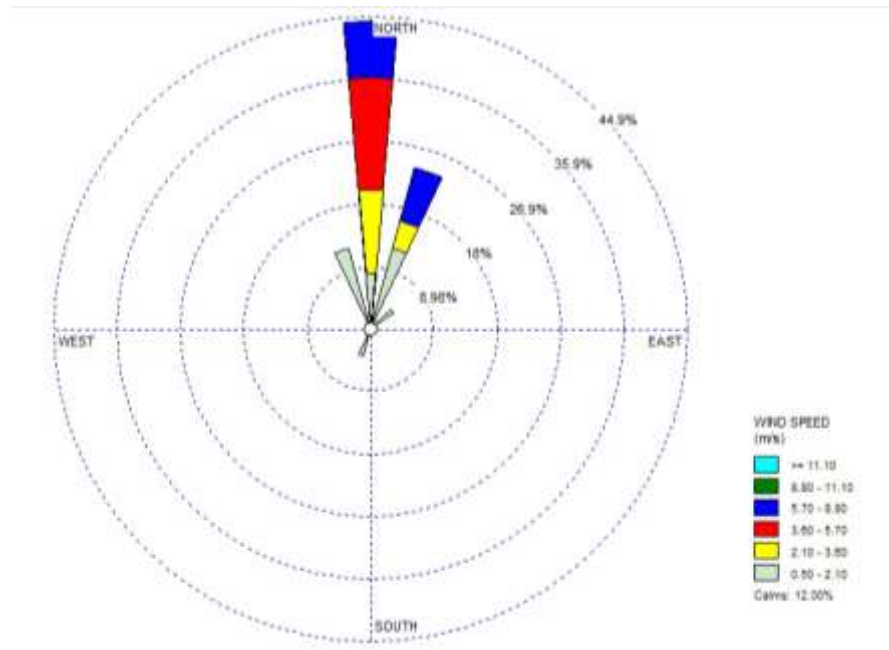
**INTERPRETACIÓN**

En la tabla 22, se puede observar los datos meteorológicos de la ciudad de Huánuco para el presente estudio de investigación, basado en

el programa Rosa de viento y a su vez se observa la velocidad y la dirección del viento, siendo el día 09/10/19 observándose la mayor fuerza del viento con una velocidad de 3.1 m/s; así mismo los días 01/10/19 – 05/10/19 una velocidad nula de 0 m/s.

**Figura 13**

*Diagrama Rosa de Viento (WRPlot)*



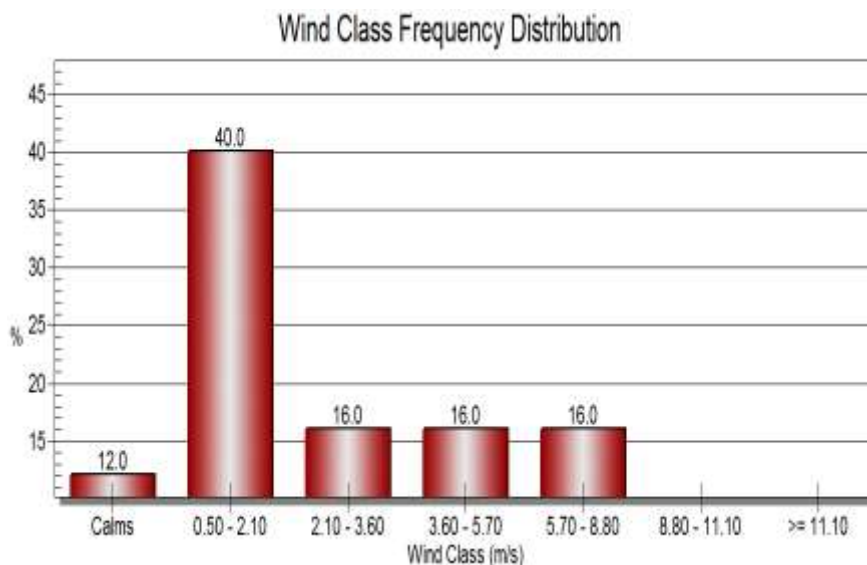
*Nota.* En la figura 13, se puede observar el diagrama de la rosa de viento, a base de los datos meteorológicos de la ciudad de Huánuco para el presente estudio de investigación. Celis, (2019).

## INTERPRETACIÓN

En la figura 13, se muestra en el diagrama que la predominancia de vientos es: el 9% del tiempo los vientos están soplando del norte con una velocidad entre 5.70 m/s - 8.80 m/s, 15.9% entre 3.60 m/s - 5.70 m/s, 10% entre 2.10 m/s - 3.60 m/s y 8.9% del tiempo los vientos están soplando del noreste con una velocidad entre 5.70 m/s - 8.80 m/s.

**Figura 14**

*Distribución de la frecuencia de viento*



*Nota.* En la figura 14, se puede observar el diagrama de la rosa de viento, a base de los datos meteorológicos de la ciudad de Huánuco para el presente estudio de investigación. Celis, (2019).

## **INTERPRETACIÓN**

En la figura 14, la distribución de frecuencia se muestra que el 12% del tiempo muestreado los vientos estuvieron calmados, el 40% del tiempo los vientos soplaron en el rango de 0.50-2,10 m/s y 16% del tiempo entre 5.70-8.80 m/s.



## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la contrastación de las hipótesis, se tomó como referencia el marco teórico y los resultados estadísticos obtenidos en mención. Para tal caso se muestra la validación de la hipótesis general y específicas mediante la prueba estadística del Coeficiente de Correlación de Rho Spearman.

### ➤ Hipótesis general

- **Proceso de la prueba de hipótesis**

#### A. Formulación de las hipótesis

**Ha** = La determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan de manera significativa con lugares de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$$H_a: \rho \leq \alpha$$

**Ho** = La determinación de los niveles de concentración de gases de combustión no se relacionan de manera significativa con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$$H_o: \rho > \alpha$$

#### B. Nivel de significación:

$$\alpha = 0,05 \text{ (prueba de significancia bilateral)}$$

#### C. Estadígrafo de la prueba de Correlación de Spearman

El procesamiento de datos se desarrolló a través del software estadístico SPSS en la versión 22.

**Tabla 23**

*Coefficiente de Rho Spearman entre determinación de los niveles de concentración de gases de combustión y zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019*

		<b>NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES</b>		<b>ZONAS DE MAYOR CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b>
Rho de Spearman:	NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES	Coeficiente de correlación	1,000	,643
		Sig. (bilateral)	.	,119
		N	7	7

Los datos recolectados de los instrumentos de las variables se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS versión 22, del cual se obtuvo como resultado que: existe una correlación alta positiva entre determinación de los niveles de concentración de gases de combustión y zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019.; esta relación representa un valor de 0,643 lo que significa un Alto grado de relación.

#### **D. Decisión estadística**

En la tabla 23, se observa que el p-valor es 0,000; este valor es inferior que la prueba de significancia bilateral  $\alpha = 0,05$ ; entonces hay suficiente evidencia para rechazar la  $H_0$  y aceptar la  $H_a$ ; vale decir, que existe una relación significativa entre determinación de los niveles de concentración de gases de combustión y zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

➤ **Hipótesis específica 1**

• **Proceso de la prueba de hipótesis**

**A. Formulación de las hipótesis**

**H1** = El nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$$H_a: \rho \leq \alpha$$

**H<sub>0</sub>** = El nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$$H_0: \rho > \alpha$$

**B. Nivel de significación**

$$\alpha = 0,05 \text{ (prueba de significancia bilateral)}$$

**C. Estadígrafo de la prueba de Correlación de Spearman**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el Software estadístico SPSS versión 22.

**Tabla 24**

*Coefficientes de Spearman entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019*

			<b>NIVEL DE CONCENTRAC IÓN DEL GAS DE DIÓXIDO DE AZUFRE</b>	<b>ZONAS DE MAYOR CONGESTIONA MIENTO VEHICULAR</b>
Rho de Spearman	NIVEL DE CONCENTRAC IÓN DEL GAS DE DIÓXIDO DE AZUFRE	Coefficiente de correlación	1,000	,623
		Sig. (bilateral)	.	,229
		N	7	7

Los resultados obtenidos de los instrumentos, fueron trasladados al software estadístico SPSS versión 22 determinándose que existe una correlación moderada positiva entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019, esta relación representa un valor de 0,623 lo que significa que presenta un grado de relación moderado.

#### **D. Decisión estadística**

En la tabla 24, se observa que el p-valor es 0,000, es inferior que la prueba de significancia bilateral  $\alpha = 0,05$ ; entonces hay suficiente evidencia para rechazar la H<sub>0</sub>, por lo que se acepta la H<sub>a</sub>; afirmando, que existe una relación significativa entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

➤ **Hipótesis específica 2**

• **Proceso de la prueba de hipótesis:**

**A. Formulación de las hipótesis**

**H1 =** El nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$H_a: \rho \leq \alpha$
-------------------------

**H0 =** El nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$H_o: \rho > \alpha$
----------------------

**B. Nivel de significación:**

$\alpha = 0,05$  (prueba del nivel significancia bilateral)

**C. Estadígrafo de prueba de Correlación de Spearman**

Se realizó a través del Software SPSS en la versión 22.

**Tabla 25**

*Coefficientes de Spearman entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019*

			<b>NIVEL DE CONCENTRACIÓN DEL GAS</b>	<b>MAYOR CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b>
Rho de Spearman	MAYOR CONGESTION AMIENTO VEHICULAR	Coefficiente de correlación	1,000	,667
		Sig. (bilateral)	.	,102
		N	7	7

Los datos de los instrumentos, se trasladaron al SPSS versión 22, cuyos resultados obtenidos fueron que: hay una correlación positiva alta entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019; esta relación representa un 0,667, lo que significa un alto grado de relación.

#### **D. Decisión estadística**

En la tabla 25, se observa que el p-valor es 0,000; este valor es inferior que la prueba de significancia bilateral  $\alpha = 0,05$ ; entonces hay suficiente evidencia para rechazar la Ho, y aceptar la Ha; afirmando que existe una relación significativa entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

#### ➤ **Hipótesis específica 3**

- **Proceso de la prueba de hipótesis**

#### **A. Formulación de las hipótesis**

**H1** = El nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$$\text{Ha: } p \leq \alpha$$

**Ho** = El nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestiónamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

$$\text{Ho: } p > \alpha$$

#### **B. Nivel de significación**

$\alpha = 0,05$  (prueba del nivel significancia bilateral)

### C. Estadígrafo de la prueba de Correlación de Spearman

Se realizó con el estadístico SPSS en la versión 22.

**Tabla 26**

*Coeficiente de Rho Spearman entre el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019*

			NIVEL DE CONCEN TRACIÓ N DEL GAS	ZONAS DE MAYOR CONGESTIONA MIENTO VEHICULAR
Rho de Spearman	ZONAS DE MAYOR CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR	Coeficiente de correlación	1,000	,883**
		n		
		Sig. (bilateral)	.	,008
		N	7	7

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Los datos obtenidos de los instrumentos, se trasladó al SPSS versión 22 y se determinó que existe una correlación alta positiva entre el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019. Esta relación representa un valor de 0,883, lo que significa un alto grado de relación.

### D. Decisión estadística

En la tabla 26, se observa que el p-valor es 0,000; este valor es inferior que la prueba de significancia bilateral  $\alpha = 0,05$ ; entonces, se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la hipótesis  $H_a$ ; afirmando que la relación es significativa entre el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

- La hipótesis formulada: La determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan de manera significativa con los lugares de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019, al ser contrastada con los resultados obtenidos, existe correlación significativa entre ambas variables, esta relación de dependencia se demuestra a través de la prueba de Hipótesis, razón suficiente para demostrar y validarla.
- Al contrastar los objetivos formulados se demuestra lo siguiente: Objetivo general: Determinar de qué manera la determinación los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan con las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.
- La prueba demuestra que existe una correlación significativa alta entre la determinación de los niveles de concentración de gases de combustión y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019; esta relación representa un 0,643 lo que significa un Alto grado de relación.
- Los objetivos específicos se logran confirmar en su totalidad después del proceso investigador.
- Los estudios de los antecedentes demuestran sobre las emisiones vehiculares que son temas de gran importancia para las grandes ciudades del mundo no solo por los daños que ocasionan en la salud sino también por los efectos que tienen en el medio ambiente. Este problema se agrava aún más cuando se presenta un escenario de congestión vehicular en donde los vehículos pasan más tiempo en funcionamiento y las velocidades descienden notablemente.
- En consecuencia, el presente estudio se justifica porque a través de él se pretende difundir una cultura de práctica ambiental dado que, en el ámbito



nacional y local, el crecimiento continuo del parque automotor es un problema que necesita una inmediata solución; las emisiones de (CO) y (NO<sub>2</sub>) conforman el mayor número de contaminantes liberados por fuentes móviles en la mayoría de las ciudades.

- De lo expuesto se puede afirmar que toda materia o energía al incorporarse o actuar en el ambiente degrada o altera su calidad a niveles no adecuados para la salud y el bienestar humano y/o ponen en peligro los ecosistemas. (MINAM, 2012).
- Finalmente se considera sobre esta investigación que será un aporte fundamental que permitirá contribuir a futuras investigaciones y nuevos métodos de abordaje para fomentar la cultura ambiental en la ciudadanía en su conjunto.

## CONCLUSIONES

- La prueba demuestra que existe una correlación significativa alta entre determinación de los niveles de concentración de gases de combustión y zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019; esta relación representa un valor de 0,643, lo que significa un Alto grado de relación.
- Existe una relación significativa entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019; esta relación representa un valor de 0,623, lo que significa un alto grado de relación.
- Existe una relación significativa entre el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019; esta relación representa un valor de 0,667, lo que significa un alto grado de relación.
- Existe relación significativa entre el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono ( $\text{CO}$ ) y las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019; esta relación representa un valor de 0,883, lo que significa un alto grado de relación.

## RECOMENDACIONES

- Con respecto a los niveles de concentración de gases generados en zonas de mayor congestión vehicular, es necesario que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones sea el ente encargado de administrar toda la información considerando que el tránsito debería ser de fácil y libre acceso para el público en su conjunto.
- A las autoridades regionales, elaborar una lista de factores de emisión de gases de combustión para la ciudad de Huánuco, lo cual ayudaría a obtener resultados de emisiones más exactos y no estar usando modelos de otros países los cuales generan estimaciones poco reales para nuestro caso.
- A las autoridades municipales, priorizar la factibilidad socioeconómica y técnica con el fin implementar herramientas de control para reducir la contaminación atmosférica en la ciudad de Huánuco.
- Comparar de manera constante las emisiones vehiculares obtenidas en el área de estudio con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para determinar el grado de contaminación en la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrino J. (2016). *Mecánica y entretenimiento simple del automóvil*. DGT. España. Recuperado de <http://www.dgt.es/Galerías/seguridad-vial/formación-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/XIX-curso-de-profesores/Mecanica-y-entretenimiento-simple-del-automovil.pdf>
- Cacoango W.M & Guamán J.R (2016). *De que manera influyen los gases tóxicos emanados por los motores a diésel de los buses que transitan por el Cantón Colta en la salud de los habitantes en el año 2013-2014*. Universidad Nacional Chimborazo. Riobamba-Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/2915/1/UNACH-FCEHT-M.IND.AT-2016-000010.pdf>
- Calzada, A. (2010). *Desulfuración de dibenzotiofeno con pseudomonas putida CRCT5279: formas de operación*: Universidad Complutense de Madrid.
- Carnicer J.M. (2008). *Modulo I: Contaminación Ambiental*. Madrid. España.
- Castro, P.C, & Escobar, L.M. (2005). *Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión*. Universidad del valle. Bogotá, D.C
- Chávez, B.M. (2018). *Fuentes emisoras de contaminación atmosférica y su influencia en la calidad del aire de la ciudad de Huánuco*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Perú.
- CIU-Cámara Industrial del Uruguay. (2012) *Propuesta estándares emisiones de fuentes móviles*. Uruguay.
- Corral, J. (2017). *Monitoreo y Análisis de la Calidad del Aire en la Vía CUENCA – SAYAUSÍ – EL CAJAS*. Universidad Politécnica SALESIANA, Ecuador.

DIGESA (2005). *Protocolo de monitoreo de la calidad de aire y gestión de los datos*. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf)

Gerreaud, R. (2005). *Atmósfera, tiempo y clima*. Universidad de Chile

HERRERA, J., RODRÍGUEZ, S., & ROJAS, J.F. (2011). *Determinación de las emisiones de contaminantes del aire generado por fuentes móviles en carreteras de Costa Rica, tecnología en marcha*. Vol. 25, N° 1. Enero - marzo 2012 página 55

Inche, (2004). *Gestión de la calidad del aire: Causas, efectos y soluciones*. UNMSM. Lima-Perú

Índice de Calidad del Aire. (2019). R.M N° 181-2016-MINAM. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-181-2016-MINAM.pdf>

INEI, (2016). *Calidad del Aire. Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2016*. Perú.

INEI, (2019). *Informe técnico, Flujo Vehicular por unidades de peaje N°04*. Perú. Recuperado de: <http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-flujo-vehicular.pdf>

Lira, G. (1999). Impacto ambiental del parque automotor. *Hidráulica y termo fluidos*. 1(1). 3-4. Recuperado de: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/hidraulica\\_mecanica/1999\\_n1/impacto.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/hidraulica_mecanica/1999_n1/impacto.htm)

Londoño, J., Palacio, C.A., & Correa, M. (octubre de 2015). *Estimación de las emisiones de contaminantes Atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia*. Revista EIA, Número 16, p. 149-162.

Luna, A. (2018). *Calles de la ciudad de Huánuco convertidas en verdadero infierno*. Correo. Recuperado de:

<https://diariocorreo.pe/edicion/huanuco/calles-de-la-ciudad-de-huanuco-convertidas-en-verdadero-infierno-818336/>.

Martel, C. (2016). Caos Vehicular: Huánuco [Blog post]. EduKT Hco: Christia Martel. Recuperado de: <http://christianmartelcarranza.blogspot.com/2016/07/caos-vehicular-huanuco.html>

Mendoza, M. (2014). *Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles para la gestión de la calidad del aire en el mercado de Tacna, 2011-2012*: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann–Tacna.

MINAM (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. Recuperado <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

MINAM (2017), Estándar de Calidad Ambiental para el Aire. Lima, Perú. D.S. N° 003-2017-MINAM

MINAM- dirección general de políticas, normas e instrumentos de gestión ambiental. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Pérez, (2013). *Diagnóstico y monitoreo de la calidad del aire en los predios de la Universidad Central del Ecuador*. UCE. Quito-Ecuador

Protocolo de monitoreo de aire, Universidad Santiago Antúnez de Mayolo. Versión 01. 2010. Recuperado de: [https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/p\\_biorem/education/research/protocols/Protocolo\\_Aire.pdf](https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Aire.pdf)

Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad ambiental del Aire. (2019). R.M N° 093-2019-MINAM. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/310363/Resolucion\\_Ministerial\\_N\\_093-2019.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/310363/Resolucion_Ministerial_N_093-2019.pdf)

Rázuri, L.A. (2018). *Determinación de NO<sub>2</sub> en el aire de las vías principales de la zona del distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado-Huánuco-2018*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú.

Saldaña, R. (2016). Emisión de gases por el parque automotor y su repercusión en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos en el año 2015. Universidad Nacional de Trujillo. Iquitos-Perú.

Schwela, D., Goelzer B. (2019). *Control de la contaminación ambiental– Gestión de la contaminación atmosférica*. España. Consultado el 7 de junio de 2019. Recuperado de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/55.pdf>

Trelles, R.C. (2018). *Determinación del material particulado (PM10 y Pm2.5), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) en el Distrito de Ocoruro-Provincia Espinar-Región Cusco*. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú.

Valdivia, F.R. (2017). *Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el Arenal- Islay*. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú.

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Celis Moscoso, L. (2024). *Determinación de los niveles de concentración de gases, generados en las zonas de mayor congestionamiento vehicular, Huánuco – 2019* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

# **ANEXOS**



## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE GASES GENERADOS EN LAS ZONAS DE MAYOR CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR, HUÁNUCO – 2019

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES/ INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>Problema General</b> ¿De qué manera la determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relaciona con las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019?</p> <p><b>Problemas Específicos</b> ¿De qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona con las zonas de mayor congestión</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar de qué manera la determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan con las zonas de mayor congestión vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Determinar de qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona con las zonas de mayor</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Hi: La determinación de los niveles de concentración de gases de combustión se relacionan de manera significativa con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> Hi1: El nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019. Ho1: El nivel de concentración del gas de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>),</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable Dependiente</b> Determinación de concentración de gases</p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;"><b>Variable independiente</b></p>	<p><b>Emisiones generadas por la combustión de combustible</b></p> <p><b>Indicador</b> Parámetros de Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Monóxido de carbono (CO)</p> <p style="text-align: center;"><b>Demanda vial</b></p>	<p>Enfoque</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul> <p>Alcance de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlacional</li> <li>• Descriptivo</li> <li>• Explicativo</li> </ul> <p>Diseño</p> <p>No experimental - Transeccional o transversal y</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     M --&gt; OX     M --&gt; OY     OY -- r Relación --&gt; OX             </pre> </div> <p>Correlacional-causal</p> <p>Donde:</p>	<p><b>Población</b> Está conformada por todas las unidades vehiculares que se encuentran en circulación en la ciudad de Huánuco, entre los cuales encontramos camiones, buses, camionetas, Motocarros, Furgonetas, Motocicletas; vehículo particular, Combis, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de vehículos pesados: 37620 unidades</li> <li>• Flujo de vehículos ligeros: 46384 unidades</li> </ul>

<p>vehicular en la ciudad de Huánuco - 2019?</p>	<p>congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019</p>	<p>no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.</p>	<p>Zonas de mayor congestionamiento vehicular.</p>	<p><b>Indicador</b> Flujo vehicular</p>	<p>M = Muestra O1 = Observación de la Variable X (1) O2 = Observación de la Variable Y (2) r = Correlación entre dichas variables</p>	<p>Total de unidades = 84004 unidades</p> <p><b>Muestra</b> Son consideradas como muestra las unidades identificadas en las estaciones de monitoreo de acuerdo al flujo vehicular y demanda vial en un momento determinado.</p>
<p>¿De qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO2) se relaciona con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco?</p>	<p>Determinar de qué manera el nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO2) se relaciona con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019</p>	<p>Hi2: El nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO2) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en Huánuco ciudad– 2019.</p>				
<p>¿De qué manera el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019?</p>	<p>Determinar de qué manera el nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en la ciudad de Huánuco – 2019.</p>	<p>Ho2: El nivel de concentración del gas de Dióxido de Nitrógeno (NO2), no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en Huánuco ciudad– 2019.</p>				
		<p>Hi3: El nivel de concentración del gas de Monóxido de Carbono (CO) se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestionamiento vehicular en Huánuco ciudad – 2019.</p> <p>Ho3: El nivel de concentración del gas de</p>				

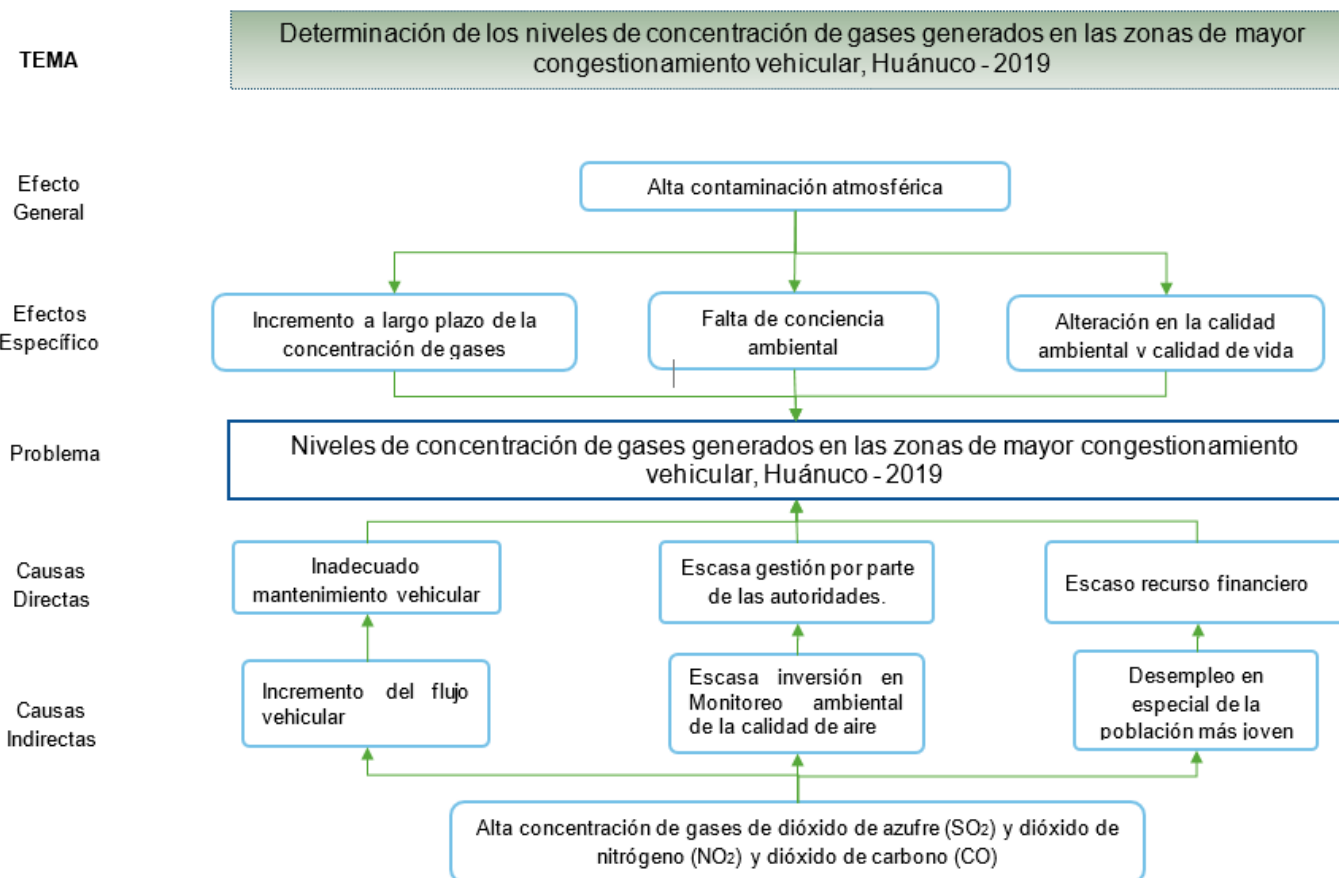
---

Monóxido de Carbono (CO), no se relaciona de manera significativa con las zonas de mayor congestión vehicular en Huánuco ciudad – 2019.

---

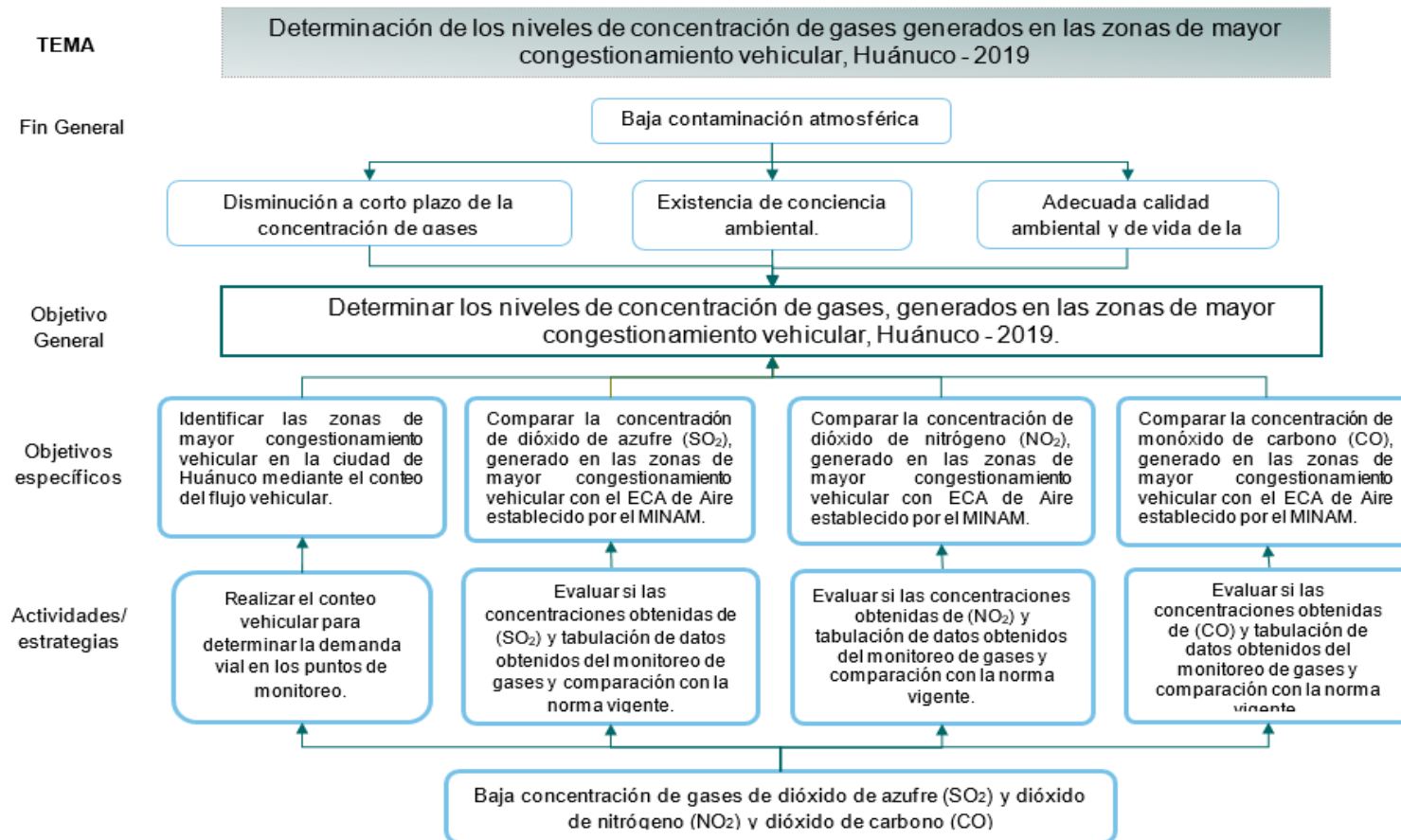
## ANEXO 2

### ÁRBOL DE PROBLEMA (CAUSAS Y EFECTOS)



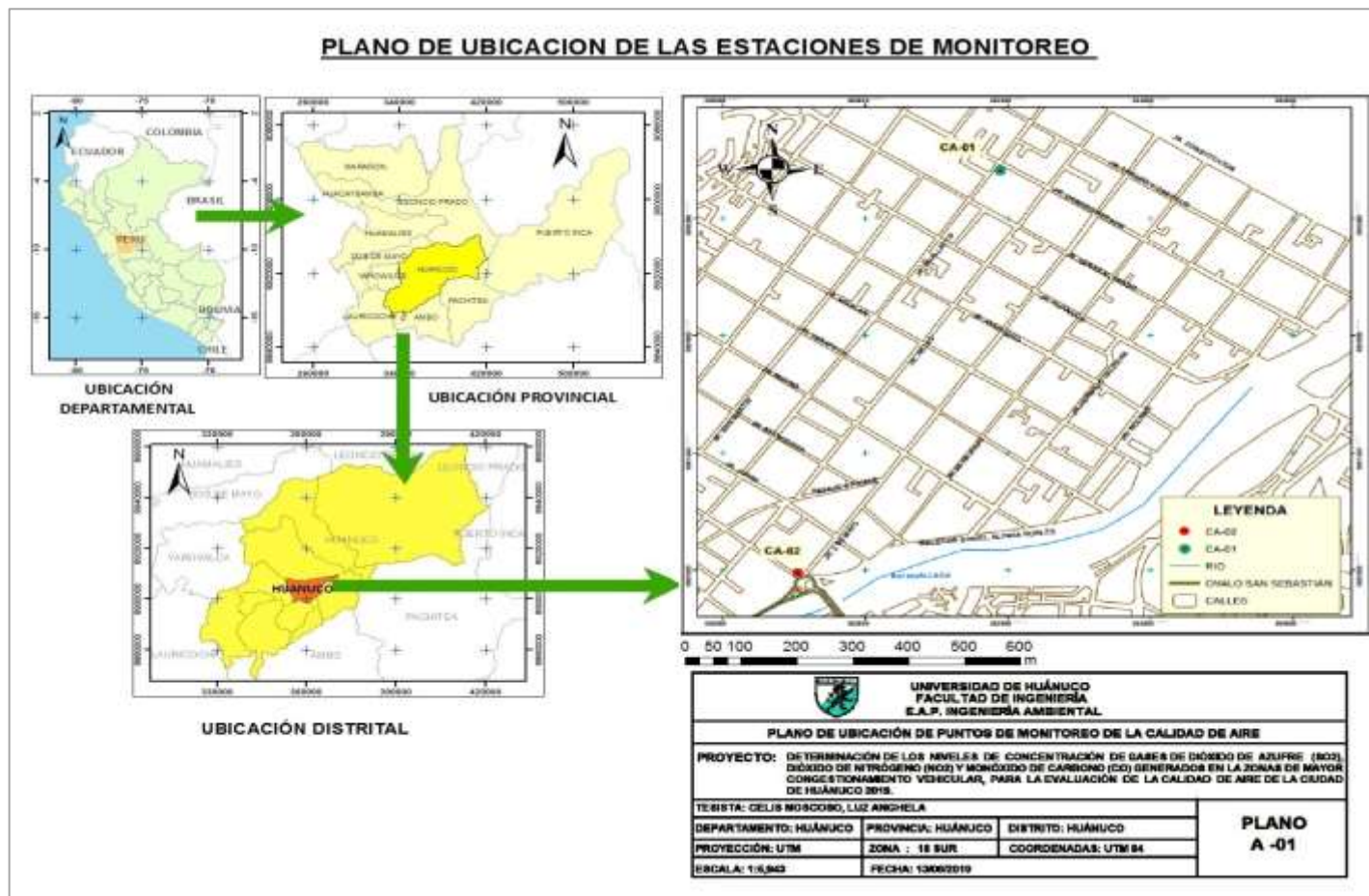
### ANEXO 3

## ÁRBOL DE OBJETIVOS (MEDIO Y FINES)



## ANEXO 4


### PLANO DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO



# ANEXO 5

## FICHAS DE CAMPO PARA EL MONITOREO (CADENA DE CUSTODIA)

### CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – CALIDAD DE AIRE



### CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - CALIDAD DE AIRE

SISTEMA DE CALIFICACION DE MONITOREO DE AEROSOL DE LAS AMERICAS

Cliente: **INIA del Mando en el Cuzco** Fecha: **19/09/2010**  
 Contacto: **Luís Arguedas Celis** Teléfono: **949181910**  
 Empresa: **Luz Arguedas Celis Ingeniería**  
 Lugar: \_\_\_\_\_  
 Número de Solicitud / Contratación: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DEL CLIENTE	FECHA DE MUESTRO		ALTO VOLUMEN (L)			BAJO VOLUMEN (L)			PARÁMETROS				Muestra por el cliente	Muestra por SAG	Proyecto	
	FECHA	HORA	PM 10	PM 2.5	PM 10	PM 2.5	PM 10	PM 2.5	EQUIPO ADOPCIONADO (MARCA X)							
	FECHA	HORA	PM 10	PM 2.5	PM 10	PM 2.5	PM 10	PM 2.5	Terminómetro (linear)	Flujo (linear)	Flujo (linear)	Flujo (linear)				Flujo (linear)
Ca-01	14/08/19	15:06							X							
Ca-01	18/08/19	19:16						X								
Ca-01	18/08/19	19:11						X								
Cp-02	18/08/19	18:20							X							
Ca-02	19/09/19	15:15						X								
Ca-02	19/09/19	15:30						X								

**DATOS DEL MUESTREO:** Si el servicio es realizado por el cliente, registrar la información de campo en el siguiente recuadro.

**DEGRADACIÓN (UTM)** (Sistema, Zona y Banda): \_\_\_\_\_

**ALTIMETRO (m s.n.m.):** **2362.11** | **ALTITUD MEDIDA (m s.n.m.):** **2362.334** | **ALTITUD PROMEDIADA (m s.n.m.):** **2362.334** | **ALTITUD PROMEDIADA (m s.n.m.):** **2362.334** | **ALTITUD PROMEDIADA (m s.n.m.):** **2362.334**

**Descripción del punto de muestro / Estación de muestro:** **Ubicado a 200 m de la Iglesia San Francisco entre las calles Nueva Vayas y Reinas Vayas**

**Destino:** **260 m del punto San Sebastián entre las calles 2da Vaya y Libertad**

**Ubicación:** \_\_\_\_\_ | **Observaciones de Campo:** \_\_\_\_\_

**Reservado en laboratorio por:** \_\_\_\_\_

*Firma(s)*

FICHAS TÉCNICAS DE MONITOREO – CALIDAD DE AIRE

FICHA TÉCNICA					
DATOS DEL PUNTO DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AIRE					
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		Determinación de los niveles de concentración de gases generados en las zonas de mayor congestión en la vía, Huánuco 2019			
<b>INVESTIGADOR</b>		Celis Masasa Luz Angélica			
<b>EQUIPOS UTILIZADOS:</b>		Tron de muestreo de gases - Estación meteorológica (GMS-weather 2002)			
<b>CODIGO(PUNTO)</b>	<b>COORDENADAS (UTM)</b>	<b>ALTITUD</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>FECHA DE TÉRMINO</b>	
CA-01 HCO	48902334 / E-243072	1921 msnm	8-10-2019	9-10-2019	
UBICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO		
<b>ZONA</b>	IBL		Ubicada a 200 m de la Iglesia San Francisco entre las jirinas Damasco Beron y Hualayo		
<b>DISTRITO</b>	Huánuco				
<b>PROVINCIA</b>	Huánuco				
<b>DEPARTAMENTO</b>	Huánuco				
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN					
	<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA DE TÉRMINO</b>	<b>TIEMPO DE MEDICIÓN</b>	<b>FLUJO</b>	
<b>NO2</b>	8/10/19 14:06	8/10/19 15:06	1h	0.4 l/min	
<b>SO2</b>	8/10/19 14:12	9/10/19 14:12	24h	0.2 l/min	
<b>CO</b>	8/10/19 14:16	8/10/19 23:16	8h	0.5 l/min	
VARIABLE METEOROLÓGICAS		<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA DE TÉRMINO</b>	<b>TIEMPO DE MEDICIÓN</b>	
Temperatura (°C) Radiación precipitación - presión - humedad - velocidad y dirección del viento		14:12	14:12	24h	
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE		SUPERVISOR		SUPERVISOR	
<b>NOMBRE:</b>	Luz Angélica Celis Masasa	<b>NOMBRE:</b>	Frank Camero Llanos	<b>NOMBRE:</b>	
<b>DNI</b>	46708010	<b>DNI</b>	44283920	<b>DNI</b>	
<b>FIRMA</b>		<b>FIRMA</b>		<b>FIRMA</b>	

FICHA TÉCNICA					
DATOS DEL PUNTO DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AIRE					
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		Determinación de los niveles de concentración de gases generados en las zonas de mayor congestión en la vía, Huánuco 2019			
<b>INVESTIGADOR</b>		Celis Masasa Luz Angélica			
<b>EQUIPOS UTILIZADOS:</b>		Tron de muestreo de gases - Estación meteorológica (GMS-weather 2002)			
<b>CODIGO(PUNTO)</b>	<b>COORDENADAS (UTM)</b>	<b>ALTITUD</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>	<b>FECHA DE TÉRMINO</b>	
CA-02 HCO	48901284 / E-243075	1912 msnm	8-10-2019	9-10-2019	
UBICACIÓN			DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO		
<b>ZONA</b>	IBL		Ubicada a 250 m del puente San Sebastián entre las jirinas Libarua y 2 de Mayo		
<b>DISTRITO</b>	Huánuco				
<b>PROVINCIA</b>	Huánuco				
<b>DEPARTAMENTO</b>	Huánuco				
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN					
	<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA DE TÉRMINO</b>	<b>TIEMPO DE MEDICIÓN</b>	<b>FLUJO</b>	
<b>NO2</b>	8/10/19 16:20	8/10/19 18:20	1 hora	0.4 l/min	
<b>SO2</b>	8/10/19 16:30	8/10/19 18:30	24 horas	0.2 l/min	
<b>CO</b>	9/10/19 7:45	9/10/19 10:15	8 horas	0.5 l/min	
VARIABLE METEOROLÓGICAS		<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA DE TÉRMINO</b>	<b>TIEMPO DE MEDICIÓN</b>	
Temperatura (°C) Radiación precipitación - radiación - presión		15:30	18:30	24h	
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE		SUPERVISOR		SUPERVISOR	
<b>NOMBRE:</b>	Luz Angélica Celis Masasa	<b>NOMBRE:</b>		<b>NOMBRE:</b>	
<b>DNI</b>	46708010	<b>DNI</b>		<b>DNI</b>	
<b>FIRMA</b>		<b>FIRMA</b>		<b>FIRMA</b>	



# ANEXO 6

## RESULTADOS DE LABORATORIO



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



### INFORME DE ENSAYO N° 137095-2019 CON VALOR OFICIAL

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	: CONSULTING ENVIRONMENTAL SERVICES AND MULTIPLES S.A.C.
<b>DOMICILIO LEGAL</b>	: AV. SAN CARLOS N° 350 - HUANCAYO - JUNÍN
<b>SOLICITADO POR</b>	: LUZ ANGHELA CELIS MOSCOSO
<b>REFERENCIA</b>	: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE GASES GENERADOS EN LAS ZONAS DE MAYOR CONGESTIÓN VEHICULAR, HUANCAYO -2019
<b>PROCEDENCIA</b>	: HUANCAYO - HUANCAYO - HUANCAYO
<b>FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>	: 2019-10-11
<b>FECHA(S) DE ANÁLISIS</b>	: 2019-10-11 al 2019-10-15
<b>FECHA(S) DE MUESTREO</b>	: 2019-10-09/09
<b>MUESTREADO POR</b>	: EL CLIENTE
<b>CONDICIÓN DE LA MUESTRA</b>	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Monóxido de Carbono (CO)	SAG-170120 Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner. Determinación de Monóxido de Carbono en Calidad de Aire (CO) No incluye muestreos. 2018.	150	ug/muestra
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Dióxido de Azufre(SO <sub>2</sub> ) Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50; Item 7 al 11. 2010. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Parasosanine Method). No incluye muestreo.	3.7	ug/muestra
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	SAG-170124 Rev.01 (Validado), 2018. Referenciado en Análisis de Contaminantes del Aire, Peter O. Warner. Determinación de Dióxido de Nitrógeno en Calidad de Aire (NO <sub>2</sub> ) No incluye muestreos.	0.20	ug/muestra

L.C.: Límite de cuantificación.

**César Antonio Poma Pando**  
GERENTE GENERAL-SAG S.A.C.  
C.Q.P. N°710

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

Cod.: FI 02/Versión: 04/FE-02/2018

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency; ASTM: American Society for Testing and Materials; NTP: Norma Técnica Peruana.

**DISERENCIACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para confirmar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los castigos pueden ser procesados de acuerdo a ley.

**SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.**

Laboratorio Av. Nazarenos Unidos N° 1505 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Dorinda Malu de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6685 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 2

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registra: P.L.E. - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 137095-2019 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Matriz analizada	Solución captadora para Monóxido de Carbono (CO)	Solución captadora para Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Solución captadora para Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )
Fecha de muestreo	2019-10-08	2019-10-08/09	2019-10-08
Hora de inicio de muestreo (h)	14:18	14:12	14:06
Coordenadas UTM WGS 84	0363872E 8902334N	0363872E 8902334N	0363872E 8902334N
Altitud (msnm)	1921	1921	1921
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada
Descripción de punto de muestreo	Ubicado a 200 metros de la Iglesia San Francisco, entre los jirones Huallayco y Damasci Beraún.	Ubicado a 200 metros de la Iglesia San Francisco, entre los jirones Huallayco y Dña. Beraún.	Ubicado a 200 metros de la Iglesia San Francisco, entre los jirones Huallayco y Damasci Beraún.
Código del Cliente	CA-01 HCO	CA-01 HCO	CA-01 HCO
Código del Laboratorio	19100885	19100885	19100885
Ensayos	Unidades	Resultados	
Monóxido de Carbono (CO)	ug/muestra	<150	////
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/muestra	////	<3.7
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/muestra	////	<0.20
Producto declarado	Calidad de Aire	Calidad de Aire	Calidad de Aire
Matriz analizada	Solución captadora para Monóxido de Carbono (CO)	Solución captadora para Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Solución captadora para Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )
Fecha de muestreo	2019-10-09	2019-10-08/09	2019-10-08
Hora de inicio de muestreo (h)	07:15	15:30	15:20
Coordenadas UTM WGS 84	0363455E 8901289N	0363455E 8901289N	0363455E 8901289N
Altitud (msnm)	1912	1912	1912
Condiciones de la muestra	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada	Conservada / Refrigerada
Descripción de punto de muestreo	Ubicado a 250 metros del puente San Sebastián entre los jirones 2 de Mayo y Libertad.	Ubicado a 250 metros del puente San Sebastián entre los jirones 2 de Mayo y Libertad.	Ubicado a 250 metros del puente San Sebastián entre los jirones 2 de Mayo y Libertad.
Código del Cliente	CA-02 HCO	CA-02 HCO	CA-02 HCO
Código del Laboratorio	19100886	19100886	19100886
Ensayos	Unidades	Resultados	
Monóxido de Carbono (CO)	ug/muestra	<150	////
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/muestra	////	<3.7
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/muestra	////	<0.20

////: Ensayo no realizado.

**César Antonio Poma Pando**  
GERENTE GENERAL SAG S.A.C.

Lima, 24 de Octubre del 2019

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPN: Environmental Protection Agency ASTM: American Society for Testing and Materials  
 OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea autorizada por el Servicio Analítico y de Investigación de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras recibidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del protocolo analítico con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.  
 • Para cualquier AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, toda o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables serán procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Río Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2078 - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-8880 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 2

Cod.: FI 02/Modulo: 03/1/E 03/2/18

## ANEXO 7

### PANEL FOTOGRAFICO

*Instalación de los equipos de monitoreo CA-01 HCO*



*Estación de monitoreo CA-01 HCO*



*Instalación del equipo de monitoreo estación CA-02 HCO*



*Verificación de sustancias captadoras en muestras estación CA-02 HCO*



*Verificación de muestras estación CA-02 HCO*



*Supervisión del monitoreo a cargo del Ingeniero Frank Cámara Llanos*



*Estación de monitoreo de gases CA-02 HCO*



*Configuración de la consola de almacenamiento de datos meteorológicos*

