

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**“Evaluación de la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del “Sector Cercado”, en la ciudad de Tarapoto para implementar un plan de monitoreo y control como propuesta de gestión para la municipalidad provincial de San Martín”**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Por:

Edson Ricardo Benites Vela  
Allisson Steffany García Arce

Asesor:

Ing. Ivone Vásquez Briones

**Tarapoto , Junio del 2020**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

*Ing. Ivone Vásquez Briones*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Evaluación de la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del “Sector Cercado”, en la ciudad de Tarapoto para implementar un plan de monitoreo y control como propuesta de gestión para la municipalidad provincial de San Martín”**, constituye la memoria que presenta los **Bachilleres Benites Vela, Edson Ricardo y García Arce, Allisson Steffany**; para aspirar al título Profesional de Ingeniero Ambiental, que ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión, bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 24 días del mes de junio del año 2020.

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Ivone Vásquez Briones  
**Asesora**

**“Evaluación de la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del “Sector Cercado”, en la ciudad de Tarapoto para implementar un plan de monitoreo y control como propuesta de gestión para la municipalidad provincial de San Martín”**

# **TESIS**

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

## **JURADO CALIFICADOR**



Mtra. Dayani Shirley Romero Vela  
Presidente



Ing. Carmelino Almestar Villegas  
Secretario



Ing. Jhon Patrick Rios Bartra  
vocal



Ing. Ivone Vasquez Briones  
asesor

**Morales, 24 de junio del año 2020**

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres los grandes motores y los más valioso que me regalo la vida y Dios, por su confianza y los grandes consejos que me brindan a lo largo de mi vida, su dedicación incondicional en mi formación estudiantil.

A mi hermano, por estar ahí brindándome su apoyo. A mi amigo Edson Benites, que desde el inicio de la vida universitaria me mostró, su amistad desinteresada y leal, gracias al gran equipo que formamos para llegar a culminar esta etapa de nuestra vida profesional.

**Allisson Steffany García Arce**

A mis padres y hermanos, porque ellos sobre todas las cosas siempre están conmigo, a mis abuelitos por todo el apoyo incondicional que me dan.

Dedico este trabajo también a todos aquellos que algunas veces leerán esta investigación y les pueda servir de aprendizaje.

**Edson Ricardo Benites Vela**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme salud, las fuerzas para saber enfrentar cada reto que se han presentado en el camino y culminar esta etapa de mi vida.

A mi querido amigo Edson Benites, por la confianza que tuvo para poder emprender nuestro proyecto y salir victoriosos de ello.

A mi familia en general, por el cariño, aprecio y el apoyo incondicional que nunca me falta.

A todos mis profesores y en especial a la Ing. Ivone Vásquez Briones, por su amistad y el apoyo brindando, durante toda la elaboración del proyecto.

**Allisson Steffany García Arce.**

Agradezco a Dios sobre todas las cosas porque él es el único camino a las cosas buenas, porque con el todo sin el nada.

A mis dos grandes amigos de mi vida universitaria Allisson García y Ander Jaramillo, por ser acompañarme en toda la carrera universitaria.

Un agradecimiento especial al señor Hugo García y la señora Alda Arce por acogerme en su hogar como si fuese parte de ello, muchas gracias.

**Edson Ricardo Benites Vela**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
SÍMBOLOS USADOS .....	xiii
Capítulo I: Introducción.....	14
1.1 Identificación del problema .....	14
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.3 Justificación .....	18
1.4 Presuposición filosófica.....	20
Capítulo II: Marco teórico .....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1. Contexto internacional .....	22
2.1.2. Contexto nacional .....	23
2.1.3. Contexto local .....	24
2.2. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
2.2.1. Calidad de aire .....	25
2.2.2. Estándares de Calidad Ambiental para aire (ECA).....	26
2.2.3. Índice Nacional de Calidad de Aire (INCA): .....	27
2.2.4. Clasificación de los contaminantes.....	33
2.2.5. Fenómenos ambientales .....	35
2.2.6. El aire .....	37
2.2.7. Combustión .....	39
2.2.8. Fuentes de contaminación.....	40
2.2.9. Tipos de contaminación emitidos por vehículos.....	41
2.2.10. Instrumentos de gestión ambiental.....	41
2.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN .....	42
2.3.1. Diseño del monitoreo.....	42
2.3.2. Selección de parámetros a monitorear .....	43
2.3.3. Tren de muestreo.....	43
2.3.4. Método automático .....	43
2.4. MARCO LEGAL .....	44
2.4.1. Constitución Política del Perú.....	44
2.4.2. Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972.....	44

2.4.3.	D. L. 1055 que modifica la Ley N° 28611 de Ambiente -D. S. N° 007-2017-MINAM	45
2.4.4.	D. S. N° 003- 2017 MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Aire..	45
2.4.5.	Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones – CEMS- N° 201-2016-MINAM .....	45
2.4.6.	D. S. N° 012 - 2005 - SA, Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire .....	47
2.4.7.	Ordenanza Municipal N° 020-2009-A/MPSM – Ordenanza Municipal que aprueba el régimen de aplicación de Sanciones Administrativas .....	47
2.4.8.	D. S. N° 016-2009 - MTC – Texto único ordenado del reglamento nacional de transito .....	48
Capítulo III: Materiales y métodos .....		50
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	50
3.2.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS QUE SE DESARROLLAN .....	50
3.3.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	52
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	56
3.4.1.	Población .....	56
3.4.2.	Muestra .....	56
3.5.	MUESTREO.....	56
3.6.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	58
3.7.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	58
3.8.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	59
3.8.1.	Variable independiente .....	59
3.8.2.	Variable dependiente .....	59
3.8.3.	Variables intervinientes .....	60
3.9.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	61
3.10.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS .....	62
3.10.1.	Técnicas de recolección.....	62
3.10.2.	Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	62
3.11.	EQUIPOS Y MATERIALES.....	62
3.12.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	63
3.12.1.	Primera etapa: Etapa de gabinete inicial.....	63
3.12.2.	Segunda etapa: Etapa de campo .....	64
3.12.3.	Tercera etapa: Etapa de laboratorio .....	67
3.12.4.	Cuarta etapa: Etapa de gabinete final .....	68
Capítulo IV: Resultados y discusiones .....		69
4.1	INTERSECCIONES CON MAYOR FLUJO VEHICULAR EN EL SECTOR CERCADO - CIUDAD DE TARAPOTO .....	69
4.2	CONCENTRACIÓN DE CO Y H <sub>2</sub> S .....	72
4.3	CALIDAD DE AIRE POR CO Y H <sub>2</sub> S .....	74
4.4	PROPUESTA DE UN PLAN DE MONITOREO Y CONTROL DE GESTIÓN AMBIENTAL .....	76
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones .....		91
5.1.	CONCLUSIONES .....	91
5.2.	RECOMENDACIONES .....	92
REFERENCIAS .....		93

ANEXOS .....	100
--------------	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándar de calidad ambiental para CO y H <sub>2</sub> S .....	27
Tabla 2 Valores del índice de Calidad del Aire .....	28
Tabla 3 Valores ponderados del Índice Nacional de Calidad de Aire para CO.....	33
Tabla 4 Valores ponderados del Índice Nacional de Calidad de Aire para H <sub>2</sub> S.....	33
Tabla 5 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo.....	52
Tabla 6 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.....	56
Tabla 7 Operacionalización de las variables.....	61
Tabla 8 Equipos y materiales para la investigación.....	63
Tabla 9 Flujo vehicular estimado en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto.....	70
Tabla 10 Valores de CO en puntos alto flujo vehicular.....	73
Tabla 11 Valores de H <sub>2</sub> S en puntos de alto flujo vehicular .....	73
Tabla 12 Calidad de aire por CO en puntos de alto flujo vehicular.....	75
Tabla 13 Calidad de aire por H <sub>2</sub> S en puntos de alto flujo vehicular.....	75
Tabla 14 Acciones propuestas frente a la problemática de transporte y el comercio .....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio, sector Cercado - Tarapoto.....	51
Figura 2. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo. ....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento para determinar la concentración de los gases CO y H <sub>2</sub> S.....	101
Anexo 2. Panel fotográfico de las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto ..	104
Anexo 3. Valores de los parámetros meteorológico en las estaciones de monitoreo. ....	107
Anexo 4. Certificado de calibración del tren de muestreo (Pagina 1 de 2). ....	110
Anexo 5. Certificado de calibración del tren de muestreo (Pagina 1 de 2). ....	111
Anexo 6. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H <sub>2</sub> S (Pagina 1 de 5). ....	112
Anexo 7. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H <sub>2</sub> S (Pagina 2 de 5). ....	113
Anexo 8. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H <sub>2</sub> S (Pagina 3 de 5). ....	114
Anexo 9. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H <sub>2</sub> S (Pagina 4 de 5). ....	115
Anexo 10. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H <sub>2</sub> S (Pagina 5 de 5). ....	116

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de aire en términos de CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del Sector Cercado de la ciudad de Tarapoto, para proponer la implementación de un plan de monitoreo y control que permita mitigar el impacto ambiental. Para lo cual se identificaron los puntos con mayor flujo vehicular correspondientes a las intersecciones del Jr. Plaza M./Jiménez Pimentel: E1, Jr. Plaza M./Jr. Martines de compaño: E2 y el Jr. Maynas /Antonio Raymondi: E3. Se procedió al muestreo de los gases en cuestión y se determinó la calidad de aire según el “Índice Nacional de calidad de aire”. Para la interpretación de la calidad de aire por los gases tipo CO y H<sub>2</sub>S, se considera los datos de los parámetros meteorológicos facilitados por el SENAMHI (temperatura promedio: 24.6 °C, velocidad del viento promedio: 0.91 m/s con dirección al SE). Los resultados fueron comparados con los ECA para Aire y los valores del INCA. Concluyéndose que la concentración de CO (E1=1122, E2= 2901 y E3=5154 ug/m<sup>3</sup>) y H<sub>2</sub>S E1<2, E2= 2 y E3<2 ug/m<sup>3</sup>), los mismos que según lo establecido en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM no cumplieron con el valor indicado. Finalmente se concluye, que la calidad de aire de las intersecciones con mayor flujo vehicular del Sector Cercado es buena y permisible para la calidad de vida y conservación del ambiente, pese que en un punto de uno de los parámetros exista variación.

**Palabras claves:** calidad de aire, flujo vehicular, gases, contaminantes criterio.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the air quality in terms of CO and H<sub>2</sub>S at the intersections with the highest vehicular flow in the Near Sector of the city of Tarapoto, to propose the implementation of a monitoring and control plan that mitigates the environmental impact. For which the points with the highest vehicular flow corresponding to the intersections of Jr. Plaza M./Jiménez Pimentel were identified: E1, Jr. Plaza M./Jr. Companion Martines: E2 and Jr. Maynas / Antonio Raymondi: E3. The gases in question were sampled and the air quality was determined according to the “National Air Quality Index”. For the interpretation of air quality by CO and H<sub>2</sub>S type gases, the meteorological parameters data provided by the SENAMHI (average temperature: 24.6 ° C, average wind speed: 0.91 m / s towards the SE) is considered. The results were compared with the ECA for Air and the INCA values. Concluding that the concentration of CO (E1 = 1122, E2 = 2901 and E3 = 5154 ug / m<sup>3</sup>) and H<sub>2</sub>S E1 <2, E2 = 2 and E3 <2 ug / m<sup>3</sup>), the same as established in the Supreme Decree N ° 003-2017-MINAM did not meet the indicated value. Finally, it is concluded that the air quality of the intersections with the highest vehicular flow in the Fenced Sector is good and permissible for the quality of life and conservation of the environment, although there is variation at one point of one of the parameters.

**Keywords:** air quality, vehicle flow, gases, criteria pollutants.

## SÍMBOLOS USADOS

<b>ECA:</b>	Estándares de Calidad Ambiental para aire.
<b>ATSDR:</b>	Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades
<b>INCA:</b>	Índices Nacionales de Calidad de Aire.
<b>MINAM:</b>	Ministerio del Ambiente.
<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>DIGESA:</b>	Dirección General de Salud Ambiental.
<b>OEFA:</b>	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
<b>SENAMHI:</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
<b>INEI:</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
<b>MPSM:</b>	Municipalidad Provincial de San Martín.
<b>STU:</b>	Sistema de Transporte Urbano.
<b>MINTRA:</b>	Ministerio de Trabajo
<b>MTC:</b>	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
<b>UNI:</b>	Universidad Nacional de Ingeniería.
<b>CO:</b>	Monóxido de Carbono
<b>H<sub>2</sub>S:</b>	Sulfuro de Hidrógeno
<b>MP:</b>	Material Particulado
<b>D.S:</b>	Decreto Supremo
<b>R.M:</b>	Resolución Ministerial

## **Capítulo I: Introducción**

### **1.1 Identificación del problema**

Un problema serio que afecta a las áreas urbanas de nuestro planeta es la contaminación atmosférica, que en los últimos tiempos se ha intensificado; donde el crecimiento de la población demanda mayores unidades vehiculares, a esto se suman los procesos de industrialización y que en la actualidad muchos de estos no controlan sus emisiones; y que, vienen convirtiendo al aire en auténticas nubes de smog, como lo manifiesta la Organización Mundial de la Salud (OMS). Varias ciudades del mundo excederían los valores normados, lo que, podría considerarse un factor para que cada año se registren alrededor de 1,4 millones de muertes por la contaminación atmosférica (ONU, 1992).

Al rededor 100 millones de personas están expuestas a los niveles de contaminación del aire, En América Latina y el Caribe (LAC) (Green & Sánchez, 2012). El problema por contaminación de aire aún sigue afectando a las áreas urbanas, y se está convirtiendo en un asunto preocupante en las ciudades emergentes de la región. Un tema prioritario es la contaminación del aire por gases (CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>) y material particulado (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> y PTS), ya que aún existen industrias asentadas en áreas urbanas o próximas a estas; el resultado de la quema de combustibles fósiles en la industria del transporte motorizado, la generación de energía, el sector industrial manufacturero y los procesos de calefacción/refrigeración (Zárate et al., 2007).

A nivel nacional, investigaciones a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y otros organismos como son la Dirección General y Regional de Salud Ambiental (DIGESA - DIRESA), el ente de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) indican que, el aire que respiramos en muchas ciudades del Perú contiene gases en

altas concentraciones y otros contaminantes como material particulado que superan la normativa nacional vigente (MINAM, 2014).

La promulgación del Índice de Calidad de Aire (INCA) según R. M. N° 181 – 2016 – MINAM, explica los procedimientos a tener en cuenta para su monitoreo y control fuentes fijas y móviles, cercanas y lejanas; donde la contaminación emitida por el sector transporte, minería, producción y otros son espacios para proponer programas de aplicación por parte de los gobiernos regionales y locales donde no se cubra por organismos fiscalizadores. En el sector transporte y comunicaciones la contaminación se da por varios factores entre ellas está la baja renovación del parque automotor, falta de mantenimiento de unidades vehiculares, baja inversión en energías renovables, insuficiente cobertura del gas natural; y el bajo nivel de conciencia ambiental (MINAM, 2016).

Se registra en el sector transporte y comunicaciones, en diciembre del 2017 el Índice Nacional del Flujo Vehicular, que indica el movimiento de las unidades ligeras y pesadas por las cacetes de peaje a nivel nacional aumentó en 3,9% esto en comparación de años anteriores que se incrementó en 2%. En los documentos técnico del Flujo Vehicular por Unidades de Peaje, se explica que el resultado mensual se sustenta por el mayor tránsito de vehículos ligeros (4,7%) y pesados (3%); así lo indica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su informe anula (MTC, 2018).

En el tema de control de gases de acuerdo a los últimos estudios realizados por el OEFA y DIGESA al año 2018, se suman 18 nuevas zonas de atención prioritaria debido a la situación que atraviesa la masa atmosférica comprendida en el ámbito geográfico, siendo seleccionada entre ellas la ciudad de Tarapoto (MINAM, 2018). Alrededor del año 2000 el desarrollo desordenado del Sistema de Transporte Urbano (STU) se presentaba como un problema incipiente, producto de las necesidades de transporte público que estaba

influenciado por el crecimiento demográfico acelerado, como consecuencia de los flujos migratorios; así lo indica la Municipalidad Provincial de San Martín (MPSM, 2011).

El transporte público en la ciudad de Tarapoto en el año 2000 estaba conformada básicamente por mototaxis, automóviles tipo TICO y autobuses; los dos últimos, cubrían el tramo que se extendía desde el extremo oeste del distrito de Morales hasta el extremo este del distrito de La Banda de Shilcayo pasando por el distrito de Tarapoto y el otro tramo que tenía el mismo punto de partida de la ruta principal en el distrito de Morales y llegaba hasta la parte céntrica del distrito de Tarapoto, de allí cubría una vía principal hacía el extremo norte de la ciudad. En total, los dos tramos principales sumaban una longitud de aproximadamente 10 km. Para otros caminos urbanos de los distritos mencionados la única alternativa de moverse era mediante los mototaxis (MPSM, 2011).

En el año 2004, por recomendación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en mutuo acuerdo con los representantes de la municipalidad Provincial de San Martín, la Sub Gerencia de Promoción de Transporte Urbano, Tránsito y Seguridad Vial, se opta por dejar en desuso los buses colectivos en la ciudad y se opta por las unidades menores (tri móviles y motos lineales). Según expertos, consideran sería el inicio del caos en el sistema de transporte, y que, año a año empeora debido al crecimiento desmesurado de la población en los últimos 20 años (Magallanes, 2015); y que podrían conllevar a diversos problemas de contaminación por gases de combustión y material particulado (Dawidowski, Sánchez, & Alarcón 2014). Teniendo en cuenta lo expuesto, planteamos la siguiente interrogante ¿Cuál es la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del “sector Cercado” en la ciudad de Tarapoto?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Evaluar la calidad de aire en términos de CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del Sector Cercado de la ciudad de Tarapoto.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las intersecciones con mayor flujo vehicular del “Sector Cercado” en la ciudad de Tarapoto.
- Evaluar la concentración de CO en las intersecciones con mayor flujo vehicular del “Sector Cercado” en la ciudad de Tarapoto.
- Evaluar la concentración de H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del “Sector Cercado” en la ciudad de Tarapoto.
- Comparar los valores de CO y H<sub>2</sub>S con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D. S. N° 003-2017 - MINAM).
- Interpretar los valores de CO y H<sub>2</sub>S según el Índice de Calidad del Aire (R. M. N° 181-2016 - MINAM).
- Proponer un plan de monitoreo y control de gases tipo CO y H<sub>2</sub>S como propuesta de gestión ambiental para la municipalidad Provincial de San Martín.

### **1.3 Justificación**

Teniendo en cuenta el crecimiento poblacional de los últimos años, se ha hecho necesario mejorar ciertos servicios como; alimentación, salud, servicios de luz, agua, transporte y otros. En el sector transporte, en los últimos treinta años se ha dado una revolución tecnológica, así los motores de combustión interna de ciclo Diésel han sido declarados los menos peligrosos por el tema de los contaminantes que se libera al ambiente regulados por las normas nacionales e internacionales. Sin embargo, estas no son estrictamente aplicadas, porque la renovación de estos motores por otros nuevos no es frecuente; por el contrario, impulsan o favorecen la importación de vehículos con motores repotenciados, que no cumplen con las normas que establecen límites permisibles para emisiones (Guerra, 2015).

El presente proyecto de investigación se fundamenta a partir de la preocupación existente en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el área de la Sub Gerencia de Transito y el Área de la Subgerencia de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Municipalidad Provincial de San Martín, debido al incremento del parque automotor en los últimos años de la ciudad de Tarapoto y sus consecuencias negativas a la calidad de vida de la población en general respecto a la calidad de aire que preocupa a los organismos fiscalizadores como el OEFA y DIGESA.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), en el año 2012 la ciudad de Tarapoto fue considerada dentro de las 18 nuevas zonas de priorización para los planes de acción en la mejora de la calidad de aire, la misma que fue ratificada a octubre del año 2018, por ello es que ahora el interés y la preocupación del reto en buscar equilibrar el problema, mediante el estudio de investigación, para así informar a la población sobre la problemática actual que aqueja a la ciudad de Tarapoto.

En la presente tesis se evaluó la calidad del aire por gases tipo CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto a fin de proponer un plan de monitoreo y control para la implementación del sistema, donde el área de tránsito y de gestión ambiental de la Municipalidad Provincial de San Martín trabajarán de forma conjunta para su buen funcionamiento. Los resultados obtenidos estarán dispuestos para todas las instituciones relacionadas, además se darán a conocer a la población a fin de promover conciencia y establecer las medidas pertinentes que garanticen una mejor calidad de vida de la población.

#### **1.4 Presuposición filosófica**

En el capítulo 1 del libro de Génesis menciona sobre la creación de la tierra y los seres vivos, incluyendo al hombre, creándolos a su imagen y semejanza, dio la bendición de Dios, y dijo; fructifiquen y multiplíquense, llenen la tierra, y sojuzgadla, y tengan dominio en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven sobre la tierra, Dios nos bendijo tan grandemente que es injusto el comportamiento ante su creación, sin valorar el esfuerzo y el amor que él tuvo para que nosotros sus hijos gocemos de vida fructífera (Reina, 1960).

Según el libro de Apocalipsis 11 versículo 18; nos relata que hubo enfurecimiento, luego la ira y el tiempo de reputar a los que no están en la tierra y recompensar a los fieles profetas, a los santos y a los que temen de su palabra, a pequeños y grandes, y de acabar con los que devastan la tierra (Reina, 1960).

Nosotros como estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, tenemos el deber de promover una buena educación ambiental basado en los valores cristianos que nuestra casa de estudios promueve, por ello el propósito del presente proyecto de investigación es de suma importancia para todos los seres vivos, ya que el aire es un componente muy esencial para la vida y mantener una buena salud en armonía con el ambiente que nos rodea.

Dios creó todo lo mejor como complemento perfecto del hombre, para que lo cuidara y preservara en beneficio de el mismo, con el tiempo el hombre solo se ve reflejado en la importancia generación económica sin importar el daño a futuro que podría causarle por la inconciencia que tiene sobre el cuidado del medio en el que vivimos, el aire del que respiración y el agua que bebemos.

El aire, es una valiosa bendición del cielo y un hermoso obsequio de él por ende tenemos la fortuna de disfrutarlo. Debemos darle mucho valor al aire, cultivar un cariño por

él, y nos daremos cuenta que es un bálsamo precioso para los nervios. El aire debe estar en circulación para mantenerse puro, pero la imprudencia humana no permite prevenir y evitar los contaminantes y alteran la calidad de aire que inhalamos. El aire puro y fresco permite que la sangre circule saludablemente, refresca el cuerpo y promueve la buena salud; imparte cierto grado de compostura y serenidad, despierta el apetito, permite una buena digestión e induce un sueño sereno y profundo (De White, 1989)

## **Capítulo II: Marco teórico**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Contexto internacional**

En Cartagena de Indias – Colombia, Olandete & Romero (2016), en su tesis de postgrado titulado “Factores de emisión por efecto de la movilidad vehicular en ciudades con similares condiciones a Cartagena de Indias, Colombia”; considera que la movilidad urbana sustentable es aquella que está centrada en la satisfacción de las expectativas necesidades y necesidades de toda la población, disminuye las externalidades negativas económicas, sociales y ambientales y atribuye a estructurar ciudades más compactas, limpias, seguras, resilientes, amables, activas y saludables; en suma, con mayor calidad de vida y competitividad. Mediante estudios en Cartagena, las redes integradas de transporte público, potenciadas con corredores de transporte masivo de alto rendimiento como lo es el sistema tipo Transmilenio, han demostrado que aportan sustantivamente a los objetivos de la movilidad sustentable.

En Cienfuegos – Cuba, Cruz y col. (2015), en su trabajo denominado “Propuesta de procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en ambientes urbanos”; Presentan un procedimiento para incluir en el proceso de control de emisiones atmosféricas criterios desde fuentes fijas a escala local. Se utilizan los métodos: gestión por procesos, tormenta de ideas, diagnostico, ciclo PHVA, diagrama de Pareto y mejora continua; también el trabajo en equipo y la cooperación entre los actores claves. Permite: formular el Inventario de Emisiones de fuentes fijas, realizar mediciones y los cálculos al 80% de las fuentes seleccionadas (Calderas), en el trabajo se analizó la ciudad de Cienfuegos. Se obtuvo el volumen total de gases secos y húmedos, el flujo y la concentración de cada contaminante emitido.

En Quito – Ecuador, Llanes y Col. (2018), en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador”; indica que las emisiones vehiculares aportan a los inventarios nacionales y locales de emisiones de hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO), tienen un impacto negativo en la salud pública por su concentración de contaminantes atmosféricos en el aire de la capital. En el territorio Metropolitano de Quito (DMQ) en el Ecuador, lo anteriormente mencionado se puede relacionar a un efecto mayor de los arranques en frío, pues las concentraciones mayores se las encuentran en las temporadas y horarios con temperaturas bajas. Las principales fuentes de contaminación al aire son las fuentes móviles (vehículos a gasolina y a diésel), lo cual ha promovido a nivel mundial se promulguen normas que regulan el nivel de contaminación vehicular según su año de fabricación, tipo de combustible y sistema de alimentación.

### **2.1.2. Contexto nacional**

Dawidowski, Sánchez & Alarcón (2014), en su trabajo titulado “Estimación de emisiones vehiculares en Lima Metropolitana”; se planteó como objetivo evaluación y determinación de emisiones en la ciudad de Lima, como aporte a metodologías que estimen las emisiones vehiculares en mega ciudades, además, dar en evidencia una metodología de aproximación para el área metropolitana, a partir en información pública, que pueda ser replicada y actualizada. Concluyéndose que, la generación de CO en el año 2003 por el uso de diesel fue alrededor de 28512.6 ton/año, por gasolina 246114.7 ton/año y por el GLP 1543.0 ton/año mientras que al año 2014, por el uso de diesel unas 29000.0 ton/año, por gasolina alrededor de 350000.0 ton/año, y por GLP alrededor de 1600.0 ton/año.

Choy (2014), en su tesis titulada “Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima cuadrada”; se trazó como objetivo determinar las causas de contaminación del aire y formular propuestas que mitiguen su impacto. Para lo cual, en la cuantificar las emisiones de las fuentes móviles se utilizó el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE). Llegándose a concluir que, la contaminación está relacionada con congestión vehicular, el parque automotor obsoleto y el tipo de combustible. Por lo que la modernización de la refinería de Talara permitirá elevar la calidad del combustible que debería estar asociado a la renovación y modernización de las unidades vehiculares de transporte público y la incorporación de tecnologías para disminuir la emisión de agentes que alteren la calidad de aire.

### **2.1.3. Contexto local**

Paredes & Jave (2015); en su trabajo de tesis titulado “Determinación de la concentración de material particulado (PM10) en puntos de alto tránsito Vehicular del distrito de Morales - San Martín 2015”. En el estudio se determinó la concentración de material particulado (PM10), en aquellos puntos que tienen el mayor índice de tránsito en el distrito de Morales. Los objetivos fueron: evaluar e interpretar la influencia de las variables ambientales en la concentración del material particulado en los puntos de alto tránsito vehicular; determinar el flujo vehicular en los puntos de alto tránsito a muestrear; y estudiar alternativas viables que permitan mantener o mitigar la concentración de material particulado (PM10). Para el monitoreo se empleó un muestreador de alto volumen (Hi-Vol.), se realizó muestreos de 24 horas en cada punto establecido; permitiendo que se recolecte muestras cada día (proceso evaluado por triplicado).

Chamaya & Castillo (2017), en su tesis de grado titulado “Índice de la calidad de aire y concentración del CO<sub>2</sub> en las aulas de los estudiantes del instituto superior CEPEBAN Tarapoto 2017”; dicha investigación se realizó en cumplimiento de la Ley N° 29783 y el Decreto Supremo N° 005-2012-TR; ya que, estos consideran de carácter obligatorio implementar un sistema para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo y llevando a cabo un registro de los monitoreos de los principales agentes químicos, físicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos. Por lo que el objetivo es determinar la calidad de aire por CO<sub>2</sub> en las aulas del Instituto CEPEBAN y cuyos resultados fueron comparados con la normativa ASHRAE. Determinándose para todos los casos que los valores encontrados superan dicha normativa (1000 ppm) lo que indicaría que los estudiantes estarían afectando a su salud.

## **2.2. Fundamentos de la investigación**

### **2.2.1. Calidad de aire**

Según la Resolución Ministerial N° 118 del 2016 - Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), la calidad del aire es determinada con equipos especializados, para lo cual existen diversos factores que pueden alterar dicha calidad, como por ejemplo la presencia gases y material particulado, que serían generados de manera natural o antrópica. La norma nacional e internacional, establece que ciertos parámetros son considerados parámetros criterio, ya que, al superar los valores permisibles, el aire sería considerado como no apto y podría causar problemas a la salud y al ambiente.

### **2.2.2. Estándares de Calidad Ambiental para aire (ECA)**

Corresponden a la medida del nivel de concentración o del grado de elementos, químicos, biológicos sustancias o parámetros físicos, presentes en el aire. Según el parámetro en particular, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos o mínimos. Los ECA Tienen carácter obligatorios en el contexto de las normas legales y las políticas públicas; también en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental (MINAM, 2017).

Es así que, la certificación ambiental no se otorgara como lo establece la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, cuando el EIA concluye que la implementación de la actividad estaría incumplimiento algún Estándar de Calidad Ambiental. Ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los ECA, con el objetivo de sancionar de forma alguna a personas jurídicas o naturales, a menos que se demuestre lo causas en los estándares. Las sanciones deben basarse en el incumplimiento de obligaciones de las individuos naturales o jurídicas, incluyendo en los instrumentos de gestión ambiental (MINAM, 2017).

Los ECA establecidos por el MINAM, fijan valores máximos permitidos; el fin es garantizar la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental y de evaluación detallada. Para control de emisiones con agentes contaminantes se crearon los documentos siguientes:

- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.
- Valor anual de concentración de plomo.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para actividades específicas.

**Tabla 1**

Estándar de calidad ambiental para CO y H<sub>2</sub>S

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Criterios de Evaluación	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Media Aritmética móvil	Infrarrojo no dispersivo IRND (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	

Fuente: MINAM, 2017.

### 2.2.3. Índice Nacional de Calidad de Aire (INCA):

Indicador que brinda información sobre el estado de la calidad del aire de una zona definida. Sustenta que la información aplicada a la calidad del aire en números y colores facilitando la interpretación de los niveles de exposición a según el contaminante. El índice de Calidad del Aire (INCA) tiene un valor ideal entre 0 y 100, coincide con los Estándares de Calidad Ambiental de Aire.

El INCA se divide en 4 categorías de la calidad atmosférica. La franja de color verde opera entre valores de 0 a 50 y representa que la calidad del aire es buena, la franja de color amarillo representa valores de 51 a 100 e aprecia una calidad moderada del aire; la franja de color anaranjado comprende entre los valores 101 y el valor del estado de cuidado (VUEC) de cada contaminante, lo que significa que la calidad del aire es mala; por último el color rojo de la cuarta franja indica que la calidad del aire es mayor al valor limitante del estado de cuidado del contaminante.

**Tabla 2**

Valores del índice de Calidad del Aire

Calificación	Valores Del Inca	Colores
Buena	0-50	Verde
Moderado	51-100	Amarillo
Mala	101 – Valor umbral del contaminante	Anaranjado
Umbral de cuidado	> al valor umbral del contaminante	Rojo

Fuente: R.M. N° 181 MINAM, 2016.

El INCA se basa en las mediciones de seis contaminantes criterio que afectan la salud de las personas, entre ellos se encuentra el Monóxido de Carbono (CO) y el Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S):

- **Monóxido de Carbono (CO)**

El famoso compuesto químico monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico que se produce en la incompleta combustión en base a carbono en espacios con poca presencia de oxígeno. Sabiendo que el gas es inodoro, insípido e incoloro, con frecuencia no hay advertencia en las personas sobre la exposición a este gas. El monóxido de carbono sobrevive en condiciones atmosféricas típicamente por cuatro semanas, tiempo durante el cual se oxida gradualmente y forma dióxido de carbono.

El monóxido de carbono en los motores de combustión interna se obtiene como resultado de la mezcla heterogénea del combustible con el oxígeno. La preocupación principal por la contaminación del CO está en áreas urbanas, particularmente en la exposición de conductores, ciclistas y peatones a altas concentraciones muy localizadas producto de congestión en vías urbanas.

### **Efectos en la salud**

El CO es considerado como una de los agentes contaminantes con mayor impacto negativo para la salud de las personas porque es causante de una reducción en la capacidad de la sangre de transportar oxígeno en los seres humanos, dando por resultado dolores de

cabeza, fatiga, problemas respiratorios y en algunos casos la muerte por asfixia (MINAM, 2016).

Cuando uno respira el monóxido de carbono en el aire entra rápidamente a todas partes del cuerpo, incluso a la sangre, el cerebro, el corazón y los músculos, este sale del cuerpo a través de los pulmones cuando exhalamos, pero no inmediatamente, tarda un día entero para que dicho contaminante abandone el cuerpo.

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) considera que, respirar niveles altos de monóxido de carbono puede inducir aborto, y en niveles más bajos durante el embarazo puede afectar el desarrollo mental del bebe (ATSDR, 2012).

El monóxido de carbono, es llamado “el asesino silencioso”, utiliza múltiples mecanismos de toxicidad para causar daños adversos en la salud humana. Afecta la curva de disociación de la hemoglobina. El CO se une a las enzimas de la hemoglobina, apartando al oxígeno de esta, logrando que en la sangre se forme un compuesto que se denomina carboxihemoglobina, que dificulta el pase de oxígeno a las células y tejidos, lo que produce una hipoxia celular en general. La hemoglobina dispone de cuatro sitios de unión con el oxígeno, cuando uno de estos sitios es remplazado por el monóxido de carbono, la hemoglobina se altera de manera que rechaza que los otros sitios se junten al oxígeno, así produciendo una desviación de la curva de disociación oxígeno-hemoglobina hacia la izquierda.

Los problemas neuropsicológicas están relacionadas con presencia de cefalea persistente, reducción de la percepción visual, fatiga, la destreza manual, pérdida de memoria, atención, disminución de la concentración, y las reacciones para conducir, dificultades del sueño con insomnio, irritabilidad y con menor frecuencia deterioro demencial. También se ha relacionado la exposición crónica a monóxido de carbono con la

aparición de un cuadro neurológico similar al Parkinson (Téllez, Rodríguez, & Fajardo, 2006).

Los daños sobre la salud que produce el CO se deben a que al combinarse con la hemoglobina de la sangre disminuye en ésta su capacidad para ejercer su función normal de transporte de oxígeno. La afinidad del CO por la hemoglobina es más de 200 veces superior que la del oxígeno (Carnicer, 2008).

**Inhalación:** Una leve intoxicación se manifiesta como: cansancio, debilidad, dolor de cabeza, tendencia al sueño, náuseas, dolor de pecho, vómitos y pulso rápido. Intoxicación grave puede generar: inconsciencia, temperatura corporal baja, respiración irregular y superficial; pulso lento, convulsiones, paro respiratorio y tensión arterial baja. El afectado puede tardar varias semanas en estabilizarse si ha tenido una intoxicación grave. Pueden darse recaídas pasando hasta cuatro semanas después del restablecimiento aparente.

**Efectos crónicos:** Pueden presentarse situaciones donde los pacientes sufran deficiencias con el comportamiento de sus reflejos y aumento del riesgo en problemas cardiacos. Se dice que tiene efectos funciones tales como problemas neurológicos, bajo peso al nacer, aumento de abortos y lesiones cardiacas congénitas.

**Carcinogenicidad:** El monóxido de carbono no está listado por la NTP, OSHA o IARC (The Linde Group, 2012).

### **Efectos al ambiente**

Cuando el CO es liberado al ambiente, pasa al aire y permanece en la atmósfera por un promedio de aproximadamente 2 meses. Eventualmente, el monóxido de carbono reacciona con otros compuestos en la atmósfera y se convierte en dióxido de carbono. Los

organismos microscópicos que se encuentran en el suelo y el agua también pueden realizar esta función (ATSD, 2012).

En la contaminación atmosférica, el CO no tiene efectos negativos sobre las plantas por debajo de las 100 ppm. Sin embargo el CO está considerado como uno de los gases de efecto invernadero (MINAM, 2009).

## **Propiedades**

El monóxido de carbono (CO), tiene como masa molecular a 28.0 g/mol, el punto de ebullición es  $-191^{\circ}\text{C}$ , el punto de fusión es de  $-205^{\circ}\text{C}$ , la solubilidad en agua (ml/100 ml a  $20^{\circ}\text{C}$ ) es 2.3, la densidad relativa es de 0.97; además es considerado un gas inflamable y su temperatura de autoignición es de  $605^{\circ}\text{C}$  (The Linde Group, 2012).

### ▪ **Sulfuro de Hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

#### **Efectos en la salud**

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST), el sulfuro de hidrógeno se absorbe a través del tracto respiratorio, entrando en circulación y disociándose parcialmente en grupo sulfhídrico. Se distribuye en el cerebro, hígado, riñones y páncreas e intestino delgado. Se metaboliza por oxidación a tiosulfato o a sulfatos conjugados, cuyas solubilidades en agua permiten su excreción por vía urinaria. La metilación constituye otra ruta metabólica, también por formación de un compuesto conjugado más soluble.

La toxicidad del  $\text{SH}_2$  se relaciona con el bloqueo de enzimas conteniendo metales como la citocromo oxidasa, el eslabón final de la cadena de citocromos que aseguran el transporte de electrones necesario para reducir el oxígeno transportado por la hemoglobina (INSST, 2011).

## **Efectos al medio ambiente**

El H<sub>2</sub>S tiene características incoloras con fuerte olor a “huevos podridos”, inflamable y detonante en aire siendo posible la provocación de ignición por una descarga de electricidad estática. El sulfuro de hidrógeno interviene en la purificación de los ácidos clorhídricos e hidrógeno, así como en la producción del agua pesada.

Estadísticamente la mayor parte de las exposiciones laborales a sulfuro de hidrógeno son por su presencia en el petróleo, suelos, gas natural, gases en sistemas de alcantarillado y en manantiales naturales, también como subproducto o producto de reacciones químicas como en la fabricación del rayón o en algunos procesos de curtido. (MINAM, 2016)

## **Propiedades**

El sulfuro de hidrógeno. Tiene un peso molecular de 34,08 y su densidad de vapor es de 1,19, más pesado que el aire (d=1.0). Su olor es característico a huevos podridos o como el olor desagradable de un desagüe bloqueado. El H<sub>2</sub>S en el ambiente proviene de dos fuentes diferentes: fuentes orgánicas, incluyen bacterias y la descomposición de materias orgánicas tales como tanques sépticos liberado de alcantarillas o del agua de plantas de tratamiento; las fuentes inorgánicas son el gas natural, fabricación de rayón, papel y planta industriales de celulosa, depósitos de azufre, y gases volcánicos.

Un gas sin color con olor predominante a “huevos podridos”, explosivo y inflamable en aire pudiendo provocar la ignición por una descarga de electricidad estática.

Este gas suele encontrarse en plantas de tratamiento de aguas residuales o en las ciudades en los alcantarillados o desagües públicos (MINAM, 2016)

El sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) es un gas incoloro e inflamable. Tiene un peso molecular de 34,08 y su densidad de vapor es de 1,19, más pesado que el aire (d=1.0). Su olor es característico a huevos podridos o como el olor desagradable de un desagüe

bloqueado. El H<sub>2</sub>S en el ambiente proviene de dos fuentes diferentes: fuentes orgánicas, incluyen bacterias y la descomposición de materias orgánicas tales como tanques sépticos liberado de alcantarillas o del agua de plantas de tratamiento; las fuentes inorgánicas son el gas natural, fabricación de rayón, papel y planta industriales de celulosa, depósitos de azufre, y gases volcánicos.

### Cálculo del índice de calidad ambiental

Los valores del INCA fueron calculados tomando como referencia los ECA y como rango final, el valor umbral de aplicación de los estados de alerta. Las ecuaciones de cálculo figuran en los cuadros siguientes:

**Tabla 3**

Valores ponderados del Índice Nacional de Calidad de Aire para CO

Intervalo del inca	Intervalo de concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ecuación
0-50	0 - 5049	$I(\text{CO}) = [\text{CO}] * \frac{100}{10000}$
51-100	5050 – 10049	
101 – 150	10050 – 15049	
> 150	> 15050	

Fuente: R.M. N° 181 MINAM, 2016.

**Tabla 4**

Valores ponderados del Índice Nacional de Calidad de Aire para H<sub>2</sub>S

Intervalo del inca	Intervalo de concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ecuación
0-50	0 – 75	$I(\text{H}_2\text{S}) = [\text{H}_2\text{S}] * \frac{100}{150}$
51-100	76 – 150	
101 – 1000	151 – 1500	
> 1000	> 1500	

Fuente: R.M. N° 181 MINAM, 2016.

#### 2.2.4. Clasificación de los contaminantes

Las fuentes de contaminantes atmosféricas se agrupan según su origen:

##### Contaminantes por su naturaleza

Los contaminantes de la atmosfera por su naturaleza se clasifican en los siguientes: físicos, químicos y biológicos:

**Contaminantes físicos:** Son los que, al incorporarse al ambiente, su sola presencia altera la calidad de sus componentes, es decir son caracterizados por un intercambio de energía entre persona y ambiente en una dimensión y/o velocidad tan alta que el organismo no es capaz de soportarlo.

Por ejemplo: formas de energía como el ruido, luz intensa, radiaciones ionizantes y no ionizantes, vibraciones, calor (estrés térmico), temperaturas, humedad, presión, etc.; estos ocasionar diversos efectos indeseables como muerte de animales y plantas, mutaciones pueden, cáncer y defectos congénitos (Bazan, 2017).

**Contaminantes químicos:** Están formados por materia inerte orgánica o inorgánica, natural o sintética (gases, vapores, polvos, humos, nieblas). Esto quiere decir, se les denomina contaminantes químicos a aquellas sustancias que alteran las características químicas de los componentes del ambiente. Este ejemplo de contaminación ha aumentado como consecuencia del desarrollo tecnológico acelerado, la industrialización y el aumento de vehículos motorizados para el transporte. Por ejemplo gases tóxicos, metales pesados, halógenos, ácidos orgánicos e inorgánicos, compuestos muy alcalinos, insecticidas (Bazan, 2017).

**Contaminantes biológicos.** Son principalmente los microorganismos, que pueden degradar la calidad del aire, agua, suelo y alimentos. Este tipo de contaminación se debe a deficiencias en los servicios de saneamiento básico, un bajo nivel de educación o hábitos higiénicos incorrectos, está constituidos por los agentes vivos que contaminan el medio ambiente y que pueden dar lugar a enfermedades infecciosas o parasitarias como los microbios, insectos, bacterias, virus, entre otros (Farroñan, 2017).

### **Contaminantes por su origen**

Este tipo de contaminantes del aire se clasifican en: naturales y antropogénica.

**Contaminación natural:** Surge de fenómenos naturales como de erupciones volcánicas, tormentas de polvo, incendios forestales. En ocasiones los pantanos y ciénagas emiten gases nocivos que se mezclan con el aire, provocando contaminación (Bazan, 2017).

**Contaminación antropogénica:** Causada por actividades antropogénicas. El gran incremento de contaminación del aire se concentra en las grandes ciudades debido a las actividades industriales, comerciales y transporte urbano. No obstante, los contaminantes producidos en las ciudades de grandes poblaciones, al estar suspendidos en el aire, pueden viajar grandes distancias y llegar a tener impacto en zonas aledañas y rurales.

Incluye también la contaminación de los siguientes rubros de actividades del ser humano, industrias (eliminación de desechos, escape de gases), agricultura (pesticidas, abono, conversión de árboles a terrenos, drenaje inadecuado), botánico (alteración del genoma en las plantas), minería (alteración del suelo, desechos minerales), transporte (contaminación por gases de vehículos, ruido de carreteras) (Bazan, 2017).

### **2.2.5. Fenómenos ambientales**

**Efectos climáticos:** Las facciones de vientos, la lluvia, las nubes y la temperatura afectan la rapidez con que los contaminantes se alejan de una zona. Los factores climáticos que captan la contaminación de aire en valles, dañan ambientes limpios distantes de las fuentes originales. A pesar de que la contaminación atmosférica es por lo general un problema peor en las ciudades, sin embargo la contaminación de aire afecta a todos los lugares. Estos compuestos incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia de partículas que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el ambiente. (Benavides & Leon, 2007).

**Gases de efecto invernadero:** Existe una cierta variedad de gases de efecto de invernadero en la atmósfera que son absolutamente necesarios para calentar la Tierra, pero en la debida proporción. El calor recibido desde el sol deja la atmósfera y vuelve al espacio. Esta acción calienta la parte superficial de la tierra. Los gases de efecto invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto de forma naturales como antropogénicos, que emiten y absorben radiación en determinadas longitudes emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. En la atmósfera de la Tierra, los principales gases de efecto invernadero (GEI) son el vapor de agua ( $H_2O$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el óxido nitroso ( $N_2O$ ), el metano ( $CH_4$ ) y el ozono ( $O_3$ ). Hay además en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero (GEI) creados por el ser humano, como los halocarbonos (compuestos que contienen cloro, bromo o flúor y carbono, estos compuestos actúan como potentes gases de efecto invernadero en la atmósfera y son también una de las causas del agotamiento de la capa de ozono en la atmósfera) regulados por el Protocolo de Montreal. Además del  $CO_2$ , el  $N_2O$  y el  $CH_4$ , el Protocolo de Kyoto establece normas respecto al hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (Benavides & Leon, 2007).

**Lluvia ácida:** El agua de lluvia normalmente es ligeramente ácida (pH 5.7 - 7); sin embargo, debido a la contaminación por dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, la lluvia incrementa su acidez (pH 3-5) llegando a formar ácido sulfúrico y ácido nítrico, bajo determinadas condiciones; estos ácidos son arrastrados sobre las hojas de las plantas, edificios, monumentos, superficies de agua y suelo. Los edificios, monumentos y maquinarias también son corroídos por efectos de la lluvia ácida, aunque sus efectos a largo plazo sobre la naturaleza son más importantes. El incremento de ácidos en el suelo acelera la velocidad de lixiviación de los nutrientes vitales para las plantas, tales como el calcio, asimismo la vida

acuática se ve muy afectada, entre otras cosas porque genera mortandad en los peces e impide el desarrollo de sus huevos. La lluvia ácida daña las hojas de las plantas anulando su acción fotosintética (Bravo, 2015; Michél, Herbas, Paz, & Cortez, 2013).

**Daño a la capa de ozono:** El ozono se encuentra en la atmósfera superior de la tierra. El deterioro a la capa de ozono se adquiere principalmente por el uso de clorofluorocarbonos (CFCs). La fina capa de moléculas de ozono en la atmósfera capta algunos de los rayos ultravioletas (UV) antes de llegar a la superficie de la tierra, lo cual se hace posible la vida terrestre. El agotamiento del ozono produce niveles más altos de radiación UV en la tierra, el cual pone en peligro la vida de todo los seres vivos (Benavides & Leon, 2007).

#### **2.2.6.El aire**

**Composición del aire:** Los principales gases que conforman el aire son el Nitrógeno y el Oxígeno (con un porcentaje de 78.08% y 20.95% respectivamente), destacando el Argón entre los menos comunes, con 0.93%; se determina contaminación de aire cuando algunos de los porcentajes señalados no se encuentran en equilibrio en la atmosfera. De la misma manera sucederá para el resto de gases (0.04%), que incluyen contaminantes como : Ozono Troposférico ( $O_3$ ), óxidos de azufre ( $SO_x$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), Monóxido de Carbono (CO), óxidos de material particulado (PM) (MINAM, 2009).

**Principales contaminantes del aire:** La contaminación del aire afecta la salud, nutrición y capacidades de la gente aumentando su vulnerabilidad e intensificando las condiciones de pobreza de las mismas. Según la Encuesta Demográfica y de Salud del Perú del año 2000, alrededor de 87% de los hogares rurales y el 11% de los hogares urbanos del Perú queman combustibles tradicionales como madera, carbón vegetal, derivados del carbón y estiércol

para satisfacer sus necesidades. Según el Análisis Ambiental realizado por el Banco Mundial en coordinación con el CONAM, se calcula que en el Perú la contaminación del aire es responsable de 3,900 fallecimientos prematuros y de 3,800 nuevos casos de bronquitis crónica al año.

El transporte es causante de las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> (31%), NO<sub>2</sub> (67%) y CO (70%) a nivel nacional. La producción de metales es causante por su lado de las mayores emisiones de Plomo (97%) y SO (82%) a nivel nacional y el segundo en las emisiones de CO<sub>2</sub> (18%) y CO (13%), a través de la minería formal y artesanal.

Según el diagnóstico de línea base estipulado en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire, según Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, se han realizado el monitoreo de calidad del aire en 13 ciudades prioritarias (Arequipa, Chimbote, Chiclayo, Huancayo, Ilo, la Oroya, Lima, Callao, Cerro de Pasco, Piura, Pisco, Iquitos, Cusco y Trujillo). De los resultados obtenidos se encontró que en dichas ciudades se exceden; los estándares de calidad ambiental del Aire referidos al contaminante material particulado menor a 10 micras y 2.5 micras (valor referencial); así lo expone la ((DIGESA) & Ministerio de Salud (MINS), 2011).

Los problemas de calidad del aire están relacionados con diferentes factores: geofísicos, meteorológicos y socioeconómicos, éste último debido a la presión de crecimiento de la economía y población. La población, el desarrollo industrial y aumento del parque automotor, explican el incremento sostenido de las emisiones gaseosas y material particulado, y estos han sobrecargado la capacidad natural del aire para diluirlos. Los contaminantes más importantes derivados de los combustibles fósiles (diesel, gasolina, petróleo y gas), que son los más usados por automóviles y buses antiguos en nuestro país y América latina son: el material particulado (PM), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles

(COVs); dichos compuestos componen el humo negro vehicular (Ministerio de Ambiente - Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2010).

### **Contaminantes del aire**

Es la presencia de sustancias que pueden alterar su calidad, representando un grave riesgo a la salud y al ambiente (González et al., 2014).

La contaminación del aire es considerada como un gran riesgo medioambiental para la salud. Por descenso del grado de contaminación del aire los países pueden aminorar la carga de morbilidad procedente de accidentes de cánceres de pulmón, cerebro vasculares y neumopatías graves y leves, una de ellas el asma (Ministerio de energía y minas del Perú (MIEM), 2007).

**Contaminantes primarios:** Contaminante de una fuente de emisión específica de hacia al aire. Los contaminantes primarios más frecuentes son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), los óxidos nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y el monóxido de carbono, estos dañan directamente la vegetación y es irritante para los pulmones. (Choy, 2014).

**Contaminantes secundarios:** Resultando del proceso químicos de las reacciones entre los diferentes contaminantes primarios o de estos mismos y otros elementos comunes en la atmósfera. Ejemplos de contaminantes secundarios son el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), al ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) (Choy, 2014).

#### **2.2.7. Combustión**

Proceso de Reacciones de oxidación con desprendimiento de calor, que se da entre dos elementos: el COMBUSTIBLE, que puede presentar por material sólido (Carbón, Madera, etc.), un líquido (Gasóleo, Fuel-Oil, etc.) o un gas (Natural, Propano, etc.) y el COMBURENTE, Oxígeno. La combustión se destaca de otros procesos de oxidación lenta,

por ser un proceso de oxidación rápida y con aplicación de fuego o llama; a su vez se diferencia de otros procesos de oxidación muy rápida (detonaciones, deflagraciones y explosiones) por obtener el mantenimiento de una llama estable. Para este proceso son necesarios tres factores: combustible, comburente, energía de activación (García, 2001).

### **2.2.8. Fuentes de contaminación**

**Fuentes Móviles:** Son todas las fuentes de contaminación del medio de transporte, en los que se encuentran a los automóviles, autobuses, locomotoras, camiones y aviones. Estas fuentes emiten contaminantes peligrosos. Las emisiones de los automóviles contienen plomo y cantidades de algunos otros contaminantes peligrosos. El control como requisito de emisiones de automóviles en la ciudades han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire (Michél et al., 2013).

Debido al crecimiento del parque automotor, los vehículos motorizados siguen siendo la principal fuente móvil de contaminación del aire. Los combustibles alternativos y los cambios en el estilo de vida, tales el cambio de automóviles a GNV pueden minimizar los efectos perjudiciales de la contaminación en una sociedad industrializada (Michél et al., 2013).

**Fuentes estacionarias:** Los contaminantes proceden de dos actividades principales: la quema de carbón y petróleo en plantas de energía y la emanación de contaminantes en procesos industriales. Los procesos industriales incluyen refinerías, industrias químicas y fundiciones. Siendo las responsables de emanar muchos contaminantes peligrosos y también de grandes cantidades de compuestos orgánicos volátiles (Michél et al., 2013).

### **2.2.9. Tipos de contaminación emitidos por vehículos**

Los vehículos motorizados son la principal fuente de contaminación atmosféricos en las grandes ciudades, sus motores de combustión interna producen en general tres tipos de emisiones contaminantes: por el tubo de escape, las evaporativas y material particulado en las calles (Bazan, 2017).

#### **Emisiones por el tubo de escape**

Estas emisiones son producto de la combustión del combustible (gasolina, diésel u otro derivado de petróleo), la combustión no es perfecta y este proceso produce una serie de contaminantes como el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, plomo y azufre que son liberadas al ambiente (Bazan, 2017).

#### **Emisiones evaporativas**

Estas emisiones corresponden a la evaporación del combustible a la atmósfera, se trata de los hidrocarburos (Bazan, 2017).

### **2.2.10. Instrumentos de gestión ambiental**

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), considera que son mecanismos orientados a aplicar o concretar un objetivo de la política ambiental. Mediante estos instrumentos se busca hacer efectivo el derecho constitucional a un ambiente equilibrado y adecuado, mediante la fijación de un conjunto de obligaciones, incentivos y responsabilidades a distintos actores. Los instrumentos de gestión ambiental son muy diversos. Entre estos, se encuentran:

- Sistemas de gestión ambiental, nacional, sectorial, regional o local.
- El ordenamiento territorial ambiental.
- La evaluación del impacto ambiental.

- Los planes de cierre, contingencia.
- Los estándares nacionales de calidad ambiental.
- La certificación y garantías ambientales.
- Los sistemas de información ambiental, los instrumentos económicos.
- Las estrategias, planes y programas de prevención, adecuación, control y remediación.
- Los mecanismos de participación ciudadana.
- Los planes integrales de gestión de residuos.
- Los instrumentos de fiscalización ambiental y sanción, etc.

Los instrumentos de gestión ambiental se definen como el conjunto de políticas, directrices, normas técnicas y legales, actividades, programas, proyectos e instituciones que permiten la aplicación de los principios generales ambientales y la consecución de los objetivos ambientales del país (Ministerio del Ambiente, 2005). Los objetivos son:

- Prevenir conductas no deseables.
- Para reprimir las producidas.
- Para disuadir, estimular o compensar.

## **2.3. Métodos de evaluación**

### **2.3.1. Diseño del monitoreo**

En la planificación para el diseño de monitoreo dependen de los objetivos que se desean alcanzar, los contaminantes que se van a monitorear, la disponibilidad de recursos (económicos, humanos y tiempo), las estrategias de monitoreo y el equipo necesario, información requerida (periodo de monitoreo), información de calidad (exactitud, precisión, representatividad y comparabilidad) y del ejecutor para el que se genera la información. La

definición y documentación de los objetivos del monitoreo, también como la definición de los objetivos de la credibilidad de los datos deben darse considerando el uso eficiente de los recursos, la implementación del sistema de la calidad en el proceso y el diseño adecuado de la red de monitoreo (DIGESA, 2005).

### **2.3.2. Selección de parámetros a monitorear**

La contaminación atmosférica es producida por fuentes fijas y móviles, los que pueden generar consecuencias a lo largo de su desplazamiento y generar contaminantes secundarios (lluvia ácida u ozono). Los precios elevados para monitoreos de la calidad del aire con equipos automáticos en las redes no permite monitorear todos los contaminantes que se generan, por lo que las redes de monitoreo registran una cierta cantidad de contaminantes que representan la calidad del aire de un área determinada (DIGESA, 2005).

### **2.3.3. Tren de muestreo**

Sistema manual diseñado para el muestreo de gases ambientales por el método de la adsorción química. El sistema consiste básicamente de una bomba de succión, un manómetro, un frasco dreschel, una solución captadora y mangueras de trygon que unen el sistema entre sí.

El contaminante a muestrearse depende de la solución captadora utilizada se emplean tiempos de muestreo de 24 horas, esto puede variar según tipo de contaminante, luego del cual la muestra es llevada al laboratorio para el respectivo análisis químico (Apaza & Quenaya, 2017).

### **2.3.4. Método automático**

La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimiluminiscencia son principios comunes de detección. En un único punto para varios contaminantes criterio (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, MP), así como para otros contaminantes importantes como los COV. Para asegurar la credibilidad de los datos de los analizadores automáticos, es obligatorio contar con procedimientos adecuados para el mantenimiento, la operación y el aseguramiento y control de calidad (DIGESA, 2005).

## **2.4. Marco legal**

### **2.4.1. Constitución Política del Perú**

Según el MINJUS, (1993), la constitución política del Perú en su Título 1, Capítulo 1, artículo 2 inciso 22 hace referencia a la paz, a la tranquilidad, al disfrute de tiempo libre y al descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Capítulo 2, artículo 9 señala que el estado determina la política nacional de salud. El poder ejecutivo norma y supervisa su aplicación. Es responsable de diseñarla y reducirla en forma plural y descentralizadora para facilitar a todos los accesos equitativos a los servicios de salud.

### **2.4.2. Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972**

Según la Ley N° 27972, (2014) indica que las atribuciones del Concejo Municipal enlazadas con la planificación del desarrollo local y el ordenamiento territorial urbano y ambiental son: dar el visto bueno a los Planes de Desarrollo Municipal Concertados y el Presupuesto Participativo; y el Plan de Acondicionamiento Territorial Provincial, que aplique a las áreas urbanas y de expansión urbana, las áreas de protección o de seguridad por riesgos naturales, las áreas agrícolas y las áreas de conservación ambiental declaradas.

#### **2.4.3.D. L. 1055 que modifica la Ley N° 28611 de Ambiente -D. S. N° 007-2017-MINAM**

Según el MINAM, (2010), el Límite Máximo Permisible es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente, tal como lo indica el Artículo 32 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, señala que

#### **2.4.4.D. S. N° 003- 2017 MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Aire.**

Según el MINAM, (2017), Las entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las normas necesarias para garantizar el efectivo cumplimiento de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la citada Ley; Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, presenta al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que indica el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no indique riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley, establece que el ECA es de carácter obligatorio la presentación de las normas legales y las políticas públicas y es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental; Que, de acuerdo con lo señalado en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores involucrados, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP.

#### **2.4.5. Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones – CEMS- N° 201-2016-MINAM**

El protocolo Nacional del Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (MINAM, 2016c), establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; Que, el artículo 3 de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en cosas ambientales, presenta que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes aplica y diseña, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo cumplimiento de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley; Que, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente proclama como su función general el establecer, diseñar, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental, asiéndose cargo de la rectoría con respecto a ella; de ese mismo modo, el literal e) del artículo 7 del mencionado Decreto Legislativo proclama como una de sus funciones específicas, las metodologías, aprobar los lineamientos, los procesos y los planes para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) en los diversos niveles de gobierno; Que, la Política Nacional del Ambiente, aprobada por D. S. N° 012-2009-MINAM, consigna entre los Lineamientos de Política del Eje de Política 2 – Gestión Integral de la Calidad Ambiental – referidos a la calidad atmosférica, el presentar medidas para mitigar y prevenir los efectos negativos de los contaminantes del aire en la salud de las personas; Que, la Agenda Nacional de Acción Ambiental – Perú 2015-2016, aprobada por Resolución Ministerial N° 405-2014-MINAM, dentro de los productos y actividades del Frente Calidad Ambiental, sustenta como uno de los productos del Objeto 8 - Reducir los niveles de contaminación del aire - la actualización del marco normativo de la calidad del aire detallando como actividad la aprobación del protocolo de monitoreo continuo de emisiones.

#### **2.4.6.D. S. N° 012 - 2005 - SA, Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire**

Salud Ambiental (SA, 2005), indica que mediante el Decreto Supremo N° 009-2003-SA se aprobó el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire; Que, la referida norma legal tiene por objeto regular los niveles de estados de alerta para contaminantes del aire, los cuales se establecen a efectos de activar, en forma inmediata, un conjunto de medidas predeterminadas de corta duración destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire establecidos en el presente reglamento, durante episodios de contaminación aguda; Que, a efectos de la debida implementación de esta norma legal, se han desarrollado estudios complementarios respecto de los contenidos de dicha norma identificándose aspectos que podrían obstaculizar su operatividad, razón por la cual la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) propone la incorporación de modificaciones que permitan el mejor logro del objetivo de dicha norma legal.

#### **2.4.7. Ordenanza Municipal N° 020-2009-A/MPSM – Ordenanza Municipal que aprueba el régimen de aplicación de Sanciones Administrativas**

Según la (Municipalidad Provincial de San Martín (MPSM), (2009)); considera que el ejercicio de la potestad sancionadora debe ser orientada dentro de un contexto de difusión y persuasión al vecindario de los beneficios que devienen del cumplimiento de los dispositivos legales y no como medio de recaudación, resulta imprescindible que la actividad de la administración se encuentre cimentada en criterios de justicia, equidad, legalidad y seguridad jurídica que permitan cada vez un mejor servicio y atención oportuna a los vecinos para lo cual se requiere darle fluidez a los procedimientos .

La potestad sancionadora de la MPSM, se encuentra reconocida por la Ley Orgánica de Municipalidades Ley N° 27972. Implica la tipificación de conductas constitutivas de infracción, la fiscalización y eventualmente la aplicación de sanciones ante el incumplimiento de las disposiciones municipales vigentes

**Artículo 02.- Finalidad:** El Régimen Municipal de Aplicación de Sanciones Administrativas tiene por finalidad establecer las disposiciones generales orientadas a estructurar el procedimiento sancionador, garantizando al ciudadano la correcta aplicación de sanciones ante el incumplimiento de las normas administrativas vigentes.

**Artículo 05.- Órgano Competente:** La Gerencia de Seguridad Ciudadana y Fiscalización de conformidad con el Reglamento de Organización y funciones de la Municipalidad provincial de San Martín es el Órgano encargado de cautelar y cumplimiento de las disposiciones municipales administrativas que contengan prohibiciones que son de cumplimiento obligatorio; además que es la encargada de conducir, supervisar y evaluar la operación de fiscalización, realizar actuaciones previas de investigación, averiguación e inspección.

#### **2.4.8.D. S. N° 016-2009 - MTC – Texto único ordenado del reglamento nacional de tránsito**

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), (2009) indica que mediante la aprobación de un Texto Único Ordenado se consolidan las modificaciones hechas a un dispositivo legal con la finalidad de compilar toda la normativa en un solo texto y facilitar su manejo, por lo que es necesario contar con un único texto que contenga de modo integral los dispositivos legales relativos al tránsito terrestre, a fin que se cuente con un texto armónico sobre la materia

**Artículo 3.-** Aprobación del Texto Único Ordenado Apruébese el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito, cuyo texto es parte integrante del presente Decreto Supremo

**Artículo 6.- Disposiciones transitorias y finales.**

6.1. Las municipalidades provinciales deberán adecuar su Texto Único de Procedimientos Administrativos y demás regulaciones pertinentes a lo dispuesto en el presente Decreto Supremo, en un plazo máximo de noventa (90) días naturales, contado a partir de su publicación en el diario oficial “El Peruano”. El mismo plazo rige para la implementación de lo establecido en el artículo 313, periodo durante el cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones brindará la capacitación necesaria.

6.2. Los procedimientos sancionadores en curso seguirán rigiéndose por las normas vigentes antes de la entrada en vigor del presente Decreto Supremo, hasta el agotamiento de la vía administrativa. Las sanciones resultantes de papeletas emitidas con anterioridad a la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, se regirán por el principio de retroactividad benigna, que será aplicable de oficio, siempre y cuando no hayan adquirido firmeza. No procede la devolución de los pagos efectuados.

## **Capítulo III: Materiales y métodos**

### **3.1. Descripción de la zona de estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en el sector “Cercado”, el cual está delimitado por el Norte con los Jr. Alfonso Ugarte y Jr. Manuela Morey, por el Este con el Jr. Francisco Bolognesi y Jr. Lamas, por el Sur con el Jr. Malecón; y por el Oeste con el Jr. Pedro de Urzua y Jr. Lima. Dicho sector, se ubica en la parte céntrica de la ciudad de Tarapoto, que debido a la demanda del transporte urbano es considerado uno de los sectores con mayor flujo vehicular; a esto se suma la problemática que aqueja la infraestructura de la red de desagüe al cual confluyen aguas pluviales generando saturación de dicho sistema que conllevan a reboses y generación de malos olores. Es importante indicar que dicho sector es considerado como uno de los que presenta mayor flujo comercial.

### **3.2. Actividades económicas que se desarrollan**

La provincia de San Martín tiene como principales actividades económicas los sectores agricultura, caza y silvicultura, con una participación de 28,0 %; otros servicios con 15,1%; manufactura con 14,2% y comercio con 12,8%, teniendo otros como, construcción con un 6,0 por ciento y transportes y comunicaciones con un 5,0%.

Resaltando en la ciudad de Tarapoto tiene un alto índice del 72.93% de establecimientos que se dedican a diversas actividades comerciales; así por ejemplo, del total, un 58.40% se dedican al comercio mayoritario y minoritario, 605 establecimientos (10.94%) prestan servicios de alojamientos y de alimentos (restaurantes), 468 establecimientos (8.46%) se encuentran inscritos en la industria manufacturera, 322 (5.82%) se dedican a la informática y comunicaciones (MPSM, 2011).

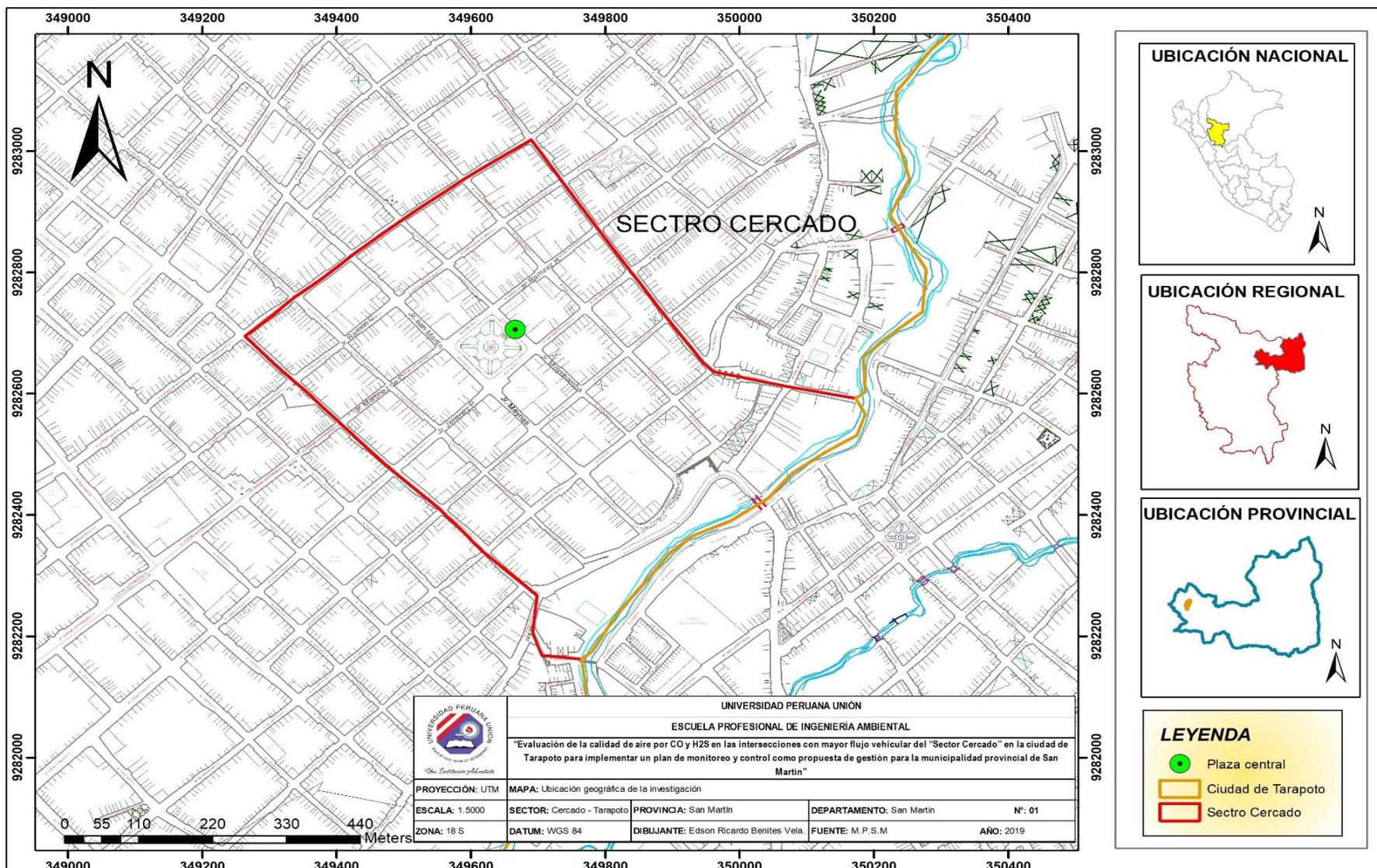


Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio, sector Cercado - Tarapoto.

Fuente: MPSM, 2019.

### 3.3. Ubicación del área de estudio

El proyecto se desarrolló en el sector “Cercado”, ubicado en la ciudad de Tarapoto, Provincia y región San Martín, en dicho sector se incluye la plaza mayor de la ciudad. La ubicación política y geográfica se detalla a continuación:

#### Ubicación políticamente:

Departamento: San Martín.  
Provincia: San Martín.  
Distritos: Tarapoto.  
Sector: Cercado.

#### Ubicación geográfica:

El sector Cercado se encuentra ubicado en la zona céntrica de la ciudad de Tarapoto, lugar donde se llevará a cabo el muestreo para la determinación de la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S; a continuación, se describe la ubicación exacta de los puntos de monitoreo:

**Tabla 5**

Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

Punto de monitoreo	Dirección	Sistema de coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)
		X	Y	
1	Jr. San Martín/ Jr. Martínez de Compañón	349550	9284410	335
2	Jr. Maynas / Jr. Jiménez Pimentel	349630	9282605	334
3	Jr. Maynas / Jr. Manco Capac	349691	9282541	332

Fuente: Elaboración propia, 2019.

#### Acceso al área de estudio

El sector Cercado de la ciudad de Tarapoto se encuentra ubicado en la parte céntrica de la mencionada ciudad; delimitado por el norte con los Jr. Alfonso Ugarte y Jr. Manuela Morey, por el este con los Jr. Francisco Bolognesi y Jr. Lamas, por el sur con el Jr. Malecón, y por el oeste con los Jr. Pedro de Urzua y Jr. Lima.

Según el reporte del Ministerio de Transporte y la Sub-gerencia de Transporte Urbano Transito y Seguridad Vial de la MPSM, informan que, debido a la demanda del transporte urbano en los diez últimos años, es considerado uno de los sectores con mayor concentración vehicular en la provincia y en la región San Martín compitiendo de cerca con las grandes urbes nacionales.

Otro problema que aqueja a dicho sector y a otros de la ciudad de Tarapoto, es el sistema de alcantarillado que en ciertos puntos confluye a sistema a la red de desagüe y que en ciertas temporadas del año genera saturación del sistema con reflujos y desbordes que conllevan a la liberación de gases como el sulfuro de hidrogeno; además, el mencionado sector es considerada como uno de los que presenta mayor flujo comercial y que debido a las condiciones de sus motores también alteraría a la calidad del aire.

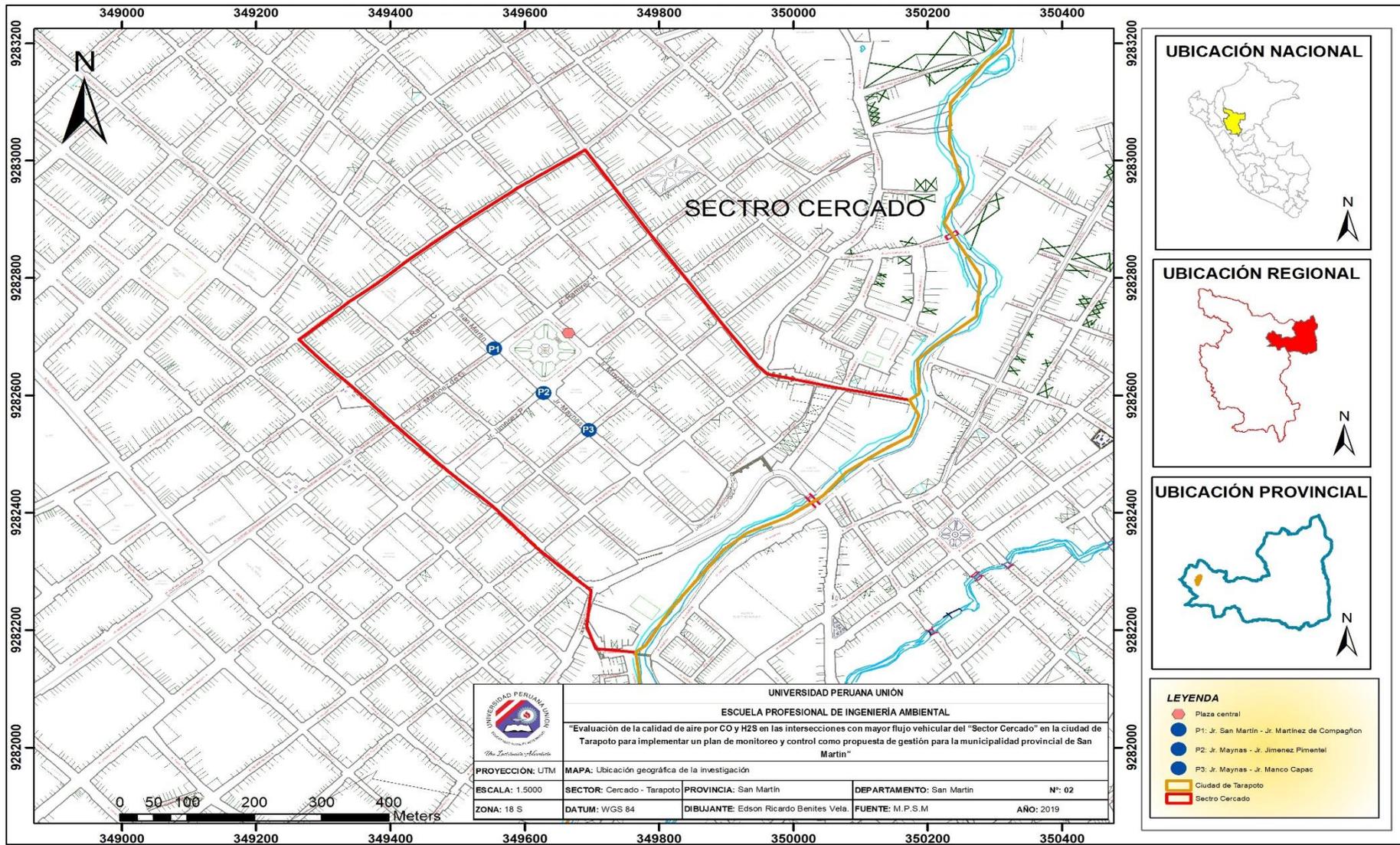


Figura 2. Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Condición Climática:** En dicha ciudad (Tarapoto) la temperatura media anual es de 33.3° C, con un clima “cálido y semi-seco” predominante, sin demasía de agua durante todo el año y con una densidad térmica normal durante el verano (MPSM, 2011).

**Precipitación y evaporación:** El promedio de precipitación pluvial total anual varía entre los 1094 y 1400 mm, con un valor promedio de 1213 mm anuales. Generalmente la precipitaciones mayores se presentan entre los meses de octubre (en ocasiones también en setiembre) y abril, siendo marzo el mes que siempre registra el valor más elevado (MPSM, 2011).

**Temperatura:** La tempera más alta que se registra en la ciudad de Tarapoto es en el mes de diciembre (33.3 °C) y la más baja en el mes de julio (18 °C) (SENAMHI, 2019).

**Humedad relativa:** Tarapoto cuenta con una estación media anual de 77% de humedad relativa; que va cambiando de acuerdo al ciclo de lluvia (MPSM, 2011).

**Vientos:** El factor climático muestra una característica muy especial dentro de nuestra zona de estudio: La estación de la ciudad de Tarapoto, registra vientos permanentes que va en dirección Norte de velocidad media de 3.2 Km./hora y, esto ocurre durante todo el año. No se podría descartar, la esporádica ocurrencia de vientos fuertes que vienen acompañados por fuertes precipitaciones, dejando consecuencias funestas (MPSM, 2011).

**Fisiografía:** Tarapoto está compuesta de un terreno ondulado, contando con diversas pendientes desde la zona baja y plana con suave pendiente en el Aeropuerto que va hasta la vía de Evitamiento, posteriormente se puede apreciar una pendiente moderada del Jr.

Orellana a la Plaza Mayor (2.5%) y, una pendiente de mayor magnitud (7 %), finalmente una superficie accidentada de la Plaza a la Avenida Circunvalación (MPSM, 2011).

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

El aire atmosférico del sector “Cercado” en la ciudad de Tarapoto, provincia y región San Martín.

#### 3.4.2. Muestra

La muestra en el presente proyecto correspondió al volumen de aire que fue captado por el tren de muestreo en un tiempo de 8 horas (CO) y 24 horas (H<sub>2</sub>S); los puntos a ser considerados en el sector Cercado de la Ciudad de Tarapoto, se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6**

Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

N°	Coordenadas UTM		Nombre	Distrito
	X	Y		
1	349630	9282605	P1: Jr. Plaza Mayor/ Jr. Jimenez Pimentel	Tarapoto
2	349550	9284410	P2: Jr. Plaza Mayor / Jr. Martínez de Compagnón	Tarapoto
3	349691	9282541	P3: Jr. Maynas / Jr. Antonio Raymondi	Tarapoto

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 3.5. Muestreo

Teniendo como referencia lo descrito en la Guías de la Calidad del Aire de la OMS, se conoce que los métodos de monitoreo suelen dividirse en cuatro tipos genéricos principales que consta de diferentes costos y niveles de desempeño que incluyen a los sensores remotos, muestreadores pasivos, muestreadores activos, y los analizadores automáticos y (DIGESA, 2005).

### 3.5.1. Tipos de método del monitoreo

**Métodos de monitoreo activo:** Es usado generalmente para una gran variedad de contaminantes gaseosos. Requiriendo la intervención de un operador de manera constante y sólo producen resultados para un cierto periodo, el cual se manifiesta en un promedio de 24 horas. La precisión que presentan la mayoría de los métodos activos es ligeramente por debajo de los niveles de fondo típicos, y los métodos algunas veces están sujetos a injerencias que puede ser producido por otros contaminantes. Los costos de operación son similares a los monitores instrumentales del más bajo nivel (DIGESA, 2005).

### 3.5.2. Parámetros técnicos para el monitoreo

- **Selectividad:** Muestra el grado por el cual un método puede determinar un contaminante sin la necesidad de ser obstaculizado por otros componentes.
- **Especificidad:** Señala el grado de interferencias durante la determinación
- **Límite de detección:** Es la mínima concentración que puede ser detectable por un sistema de medición
- **Sensibilidad:** Amplitud o tasa de cambio de la lectura del instrumento que se dará con respecto a los cambios de los valores que son característicos de la calidad del aire.
- **Exactitud:** Grado de acuerdo o semejanza existente entre el valor verdadero y el valor medio o medido. Va dependiendo tanto de la especificidad del método como también de la exactitud de la calibración, que a su vez es sometida a la disponibilidad de los estándares primarios y de la forma como es calibrado el equipo. Señala la carencia de errores por predisposición o sesgo por azar.
- **Precisión:** Grado de acuerdo o semejanza que se da entre los resultados de una serie de mediciones aplicando un método bajo condiciones que son predeterminadas y el valor medio de todas las observaciones.

- **Calibración del instrumento:** Indica la disponibilidad de los gases de calibración en el mercado (estándares primarios) y a su aplicación mediante el sistema de muestreo, así como a la necesidad de la frecuencia de su uso.
- **Gases de calibración:** Compete a los gases primarios o secundarios
- **Tiempo de respuesta del instrumento:** Compete al tiempo necesario para que el monitor responda a una señal dada, o sea el periodo que ha transcurrido desde la entrada del contaminante en el instrumento de medición hasta que se dé la emisión del valor de la medición. En este proceso se suele distinguir dos partes, el tiempo de aplazamiento, aquel en que se alcanza el 10% del cambio final en el instrumento de la lectura y también el tiempo de crecimiento o caída, durante el cual se pasa del 10% al 90% del cambio final en el instrumento de lectura (DIGESA, 2005).

### 3.6. Diseño de investigación

Según lo descrito por Hernández y col. (2015), la presente investigación es de diseño no experimental descriptivo-comparativo, ya que las variables del estudio no serán manipuladas. Para lo cual, se realizarán muestreos en un tiempo determinado, posteriormente las muestras serán analizadas e interpretadas según la dinámica de los contaminantes (CO y H<sub>2</sub>S) y la norma nacional vigente (ECA e INCA). La investigación no contara con ningún cambio en los elementos estudiados ni cambio en las variables, pero si se propondrá una alternativa de control de estos gases que podrá ser usada por la municipalidad provincial de San Martín.

### 3.7. Formulación de hipótesis

- **H<sub>0</sub>:** La calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto estará influenciado por el flujo vehicular.

- **H<sub>1</sub>:** La calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto no estará influenciado por el flujo vehicular.

### 3.8. Identificación de variables

Las variables que se estudiaron en la presente investigación son:

#### 3.8.1. Variable independiente

- **Flujo vehicular:** Está relacionado con la cantidad de vehículos que transitan en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben tomar en cuenta las características y el tipo de tránsito que va a ocupar esta. Los elementos de todo flujo vehicular pueden definir las características y también el comportamiento del tránsito, los cuales vienen a ser requisitos básicos para proceder al planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y las demás obras complementarias que están dentro del sistema de transporte (Morales, 2006).

#### 3.8.2. Variable dependiente

- **Calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S:** La calidad del aire por CO y H<sub>2</sub>S es un indicador de cuánto el aire está exento de estos contaminantes atmosféricos, que dependerá de varios factores el cual te dirá las condiciones atmosféricas en la que se encuentre dicho entorno, con este indicador podrás saber si el aire está apto para ser respirado, No gozar de un ambiente con aire de calidad es un problema que implica mucho riesgo o daño que atenta contra la seguridad y la salud de las personas, como también en el medio ambiente y bienes de cualquier naturaleza (MINAM, 2014).

### **3.8.3. Variables intervinientes**

- Precipitación fluvial.
- Temperatura ambiental.
- Humedad ambiental.

### 3.9. Operacionalización de variables

**Tabla 7**

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Dependiente: Calidad de aire por CO y H <sub>2</sub> S	La calidad se define como la asignación de una categoría y/ o clase respecto a un parámetro en este caso relacionado con el CO y H <sub>2</sub> S, la concentración de este último determina la calidad del aire.	La calidad de aire se evalúa en cumplimiento de la normativa con la finalidad de informar, controlar o mitigar el posible riesgo que puede aquejar a una población determinada, al medio biótico o físico que los rodea, en este caso influenciado por la concentración del CO y H <sub>2</sub> S.	Fuentes móviles que emiten baja concentración de CO y H <sub>2</sub> S. Fuentes móviles que emiten alta concentración de CO y H <sub>2</sub> S.	Buena, moderada, mala y umbral de cuidado. Buena, moderada, mala y umbral de cuidado.	Cualitativa: Escala de colores. Verde, amarillo, anaranjado y rojo.
Independiente: Flujo vehicular	Número de unidades vehiculares por unidad de tiempo en una vía, calle o autopista.	El cronómetro es uno de instrumentos cuya función sirve para medir fracciones de tiempo, normalmente cortos y con exactitud con relación al tránsito vehicular en el distrito de Morales.	Demanda de transporte. Tipos de vías. Hora punta.	Alto tránsito y bajo tránsito. Alto tránsito y bajo tránsito. Alto tránsito y bajo tránsito.	Cuantitativa: Unidades/min. Unidades/h.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### **3.10. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos**

#### **3.10.1. Técnicas de recolección**

La técnica que se utilizó en la investigación para la recolección de datos fue, mediante observación directa y haciendo uso de equipos e instrumentos que se describen a continuación, dicha información fue transcrita a formatos de campo y posteriormente a los formatos virtuales para ser ordenados, sistematizados e interpretados.

- Utilización del tren de muestreo: Recolección de la muestra.
- Utilización del GPS: Georreferenciación de los puntos de muestreo.
- Uso del software ArcGIS: Elaboración del mapa temático de área de estudio y los puntos de muestreo.

#### **3.10.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos**

El criterio que se utilizó como parte de la confiabilidad, es el uso de instrumentos como chec list (Ver anexo 1), cadena de custodia (Ver anexo 2), mapas temáticos (Ver figura 1 y 2) y etiquetas de seguridad (Ver anexo 3); duplicado del 10% de las muestras; equipos calibrados y debidamente verificados antes del monitoreo (con una anticipación de 24 horas): además del análisis de las soluciones en un laboratorio que cuente con los parámetros de interés acreditados. Debe indicarse que, la cadena de custodia es un instrumento elaborado y revisado por el laboratorio responsable de los análisis de los parámetros en estudio (SGS del Perú), laboratorio acreditado por el organismo competente (Instituto de la Calidad Ambiental); los equipos utilizados presentaron certificado de calibración vigente (Ver anexo 14)

### **3.11. Equipos y materiales**

Los equipos y materiales a utilizar en el presente proyecto se mencionan en la tabla 8.

**Tabla 8**

Equipos y materiales para la investigación

Logística	Muestreo	Limpieza	EPPs	Equipos
Mapa de los puntos de monitoreo	Coolers	Agua destilada	Guantes de latex	GPS
Mapa de ubicación geográfica	Ice pack		Zapatos de seguridad.	Tren de muestreo
Cuadernillo de apuntes	Cadena de frio	Papel toalla o tissue	Vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, casaca, chaleco).	Laptop
Laptop	Frascos de plástico, vidrio transparente.		Lentes.	Contómetro
Marcadores de tinta indeleble, lapicero, lápiz.	Soluciones captadoras de CO y H <sub>2</sub> S		Casco, gorra.	Cámara fotográfica
Cinta de embalaje o adhesiva.	Guantes descartables		Ponchos impermeables.	Higrómetro
Chek list	Mascarillas			Anemómetro
Cadenas de Custodia				Veleta
	Refrigerantes			Brújula
	Agua destilada			

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 3.12. Metodología de la investigación

La presente investigación se desarrollará mediante cuatro (04) etapas, las mismas que son descritas a continuación:

#### 3.12.1. Primera etapa: Etapa de gabinete inicial

##### Referencias bibliográficas

- Búsqueda de información bibliográfica de fuentes confiables como revistas, artículos, tesis, guías, libros y otros que faciliten el desarrollo del presente proyecto.
- La información bibliográfica será ordenada y sistematizada para ser utilizada cuando sea requerida.

### **Planteamiento del problema**

- Según las referencias bibliográficas en contraste con la realidad actual de la situación del sector Cercado de la ciudad de Tarapoto se planteó el problema del presente proyecto.

### **Instrumentos de gestión**

- Se elaboró el mapa del área de influencia, se determinaron los posibles puntos de muestreo, se elaboró la cadena de custodia y el formato de registro de campo.

### **Coordinación con instituciones que facilitaron la ejecución del proyecto**

- Se coordinó el alquiler del tren de muestro y el envío de las soluciones captadoras (para monóxido de Carbono y sulfuro de Hidrógeno).

### **Planificación del monitoreo**

- Se estableció, las rutas para el transporte de los equipos y materiales y la adquisición de los equipos de seguridad (zapatos de seguridad, chaleco, casco de seguridad, guantes, mascarillas y cultas de seguridad).

### **3.12.2. Segunda etapa: Etapa de campo**

#### **Establecimiento de las medidas de salud y seguridad para el trabajo de campo**

El amplio rango de las condiciones en los muestreos de calidad de aire, el personal encargado de esta actividad puede estar sujeto a una diversidad de riesgos para la salud y seguridad; el cual viene a ser un motivo, para prevenir daños al personal en el trabajo de campo por lo que se debe tener en cuenta los siguientes:

- El personal encargado del trabajo de campo debe llevar la indumentaria necesaria y el EPP, necesario para la ejecución de la actividad entre ellos tenemos: (Zapatos, chaleco, casco, mascarilla, gafas y guantes de seguridad).

- El punto de monitoreo deberá ser ubicado de tal modo que esté garantice el acceso y el muestreo en condiciones seguras para el personal.
- En el caso de que inesperadamente se presenten lluvias torrenciales y de forma permanente se debe suspender el monitoreo todo para la seguridad del personal y también para la protección de los materiales o equipos requeridos durante esta actividad.
- El personal de campo tiene que contar con seguro complementario de trabajo de riesgo (SCTR).
- En todo momento se debe contar por lo menos con un botiquín de primeros auxilios, radio de comunicación, linterna entre otros

#### **Visita previa de campo**

- Se realizó una visita previa a campo a fin de conocer las condiciones del área de influencia y los posibles puntos de muestreo.

#### **Verificación del equipo de muestreo**

- Se verificó que el aire medido en los monitores continuos cumpla con el flujo de muestra de gas aspirado por el monitor y censado en la cámara de reacción se mantenga constante en el valor de operación fijado.
- Se verificó que el flujo de aire aspirado por el monitor se encuentre entre 0.5 y 1.0 L/min, rangos de operación recomendados, según lo establecido en el certificado de calibración del equipo (ver anexo 14 y 15).

#### **Selección de los puntos de monitoreo**

- Los puntos de monitoreo están relacionados con las intersecciones de mayor flujo vehicular en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto.

- La selección de dichos puntos, se realizó mediante el recuento de las unidades vehiculares en horas punta (tiempo determinado) y se lo expreso técnicamente como unidades vehiculares/tiempo.

### **Determinación del flujo vehicular**

- El recuento de las unidades vehiculares, fue realizado mediante el uso de un contómetro y un cronometro manual que facilitan dicho proceso, tal como lo sugiere el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2015).
- El flujo vehicular fue expresado teniendo en cuenta el número de unidades vehiculares en un tiempo determinado (Unidades/hora).

### **Inventario de emisiones**

- Paralelo a la determinación del flujo vehicular, se realizó el inventario de las emisiones en el área de influencia (verificación en campo de las principales fuentes como son establecimientos donde hacen uso de hornos, parrillas u otros que serían capaces de general contaminantes gaseoso).

### **Instalación del equipo de monitoreo (Tren de muestreo) y toma de muestra**

- Según DIGESA (2005), el tren de muestreo se instalará y se pondrá en funcionamiento por un periodo de 8 horas para el muestreo de Monóxido de Carbono y 24 horas para sulfuro de Hidrógeno.
- Además, en los procesos de muestreo y monitoreo se debe hacer uso de instrumentos que permitan determinar las condiciones meteorológicas de ciertos parámetros básicos como son temperatura, humedad, dirección y velocidad de viento (los valores meteorológicos fueron facilitados por el SENAMHI).

### **Muestreo de gases (monóxido de carbono y sulfuro de Hidrógeno)**

- El muestreo se fundamenta en la utilización del tren de muestreo (método dinámico) que permite capturar el gas en una solución captadora, donde el flujo de muestreo es de 1,5 L/min por un periodo de ocho y 24 horas respectivamente.
- Transcurrido este tiempo, se procederá a apagar al equipo, se desmontará, protegerá a las soluciones según las indicaciones de laboratorio.

### **Etiquetado de las muestras**

- Los frascos con las soluciones serán rotulados indicando la hora, fecha, responsable y otras indicaciones.

### **Llenado de la cadena de custodia**

- La cadena de custodia debería contener, la procedencia, el responsable del muestreo, la fecha y la hora de muestreo, el parámetro de interés entre otros requisitos.
- Al laboratorio se enviarán tres copias de la cadena de custodia, una para su registro en recepción, otra que acompañará a las muestras al laboratorio y otra que debería ser remitida al interesado, previa firma del responsable de recepción.

### **Aseguramiento y envío de las muestras**

- Los frascos contenedores serán embalados con empaque que amortigüen el impacto del transporte, afín de evitar que estos sufran avería alguna.
- Así mismo, se debe cumplir con las recomendaciones realizadas por el laboratorio, como el tiempo de transporte y las condiciones de almacenamiento.

### **3.12.3. Tercera etapa: Etapa de laboratorio**

#### **Análisis de las muestras**

- El análisis de las muestras realizadas durante el estudio se llevó a cabo en el laboratorio SGS del Perú, el cual cuenta con la certificación de INACAL.

- El principio de análisis se basará en los métodos infrarrojo no dispersivo (NDIR) para monóxido de carbono y fluorescencia UV para sulfuro de hidrógeno; métodos estandarizados según la normativa (MINAM, 2017).

#### **3.12.4. Cuarta etapa: Etapa de gabinete final**

##### **Estructuración de los resultados, presentación e interpretación de los mismos**

- Los resultados serán transcritos a formatos virtuales para su interpretación según el Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM.
- Posteriormente se determinará la calidad de aire para los dos parámetros de interés (CO y SO<sub>2</sub>) según la R. M. N° 181 – 2016 MINAM.
- Los resultados finales se presentan en tablas y/o figuras.
- Se elabora y se presenta el informe en cumplimiento del tiempo establecido en el cronograma de actividades.

## **Capítulo IV: Resultados y discusiones**

A continuación, presentamos los resultados respectivos al presente estudio; con fines didácticos, estos se presentan mediante tablas y/o figuras con el único fin de facilitar su comprensión de las personas que revisen la presente información.

### **4.1 Intersecciones con mayor flujo vehicular en el sector Cercado - ciudad de Tarapoto**

Teniendo en cuenta que el flujo vehicular hace referencia a la cantidad de vehículos que circulan en una sola vía, calle o autopista contados en una fracción de tiempo, y que, según el comportamiento de la demanda de las unidades vehiculares se pueden entender las características como también el comportamiento del tránsito; muy útiles en la actualidad para el planeamiento de proyección urbanística que involucran de manera general a todas las obras complementarias dentro del sistema de transporte. En la presente evaluación las unidades vehiculares fueron clasificadas en cuatro categorías como son los trimóviles, motos lineales, autos y camionetas y otros donde incluye microbuses y camiones; en la tabla 9 se muestra el flujo vehicular estimado en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto que permitió determinar los puntos de mayor flujo vehicular.

**Tabla 9**

Flujo vehicular estimado en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto

N°	Coordenadas UTM		Ubicación	Referencia	Unid./ Tiempo (Unid/h)	Total
	X	Y				
1	349926	9282643	Jr. José Chávez cdra. # 1		267	685
					375	
					37	
				Otros	6	
2	349914	9282780	Jr. Ricardo Palma c/ Gregorio		198	418
					196	
					21	
				Otros	3	
3	349997	9282845	Jr. Ricardo Palma c/ Maynas cdra # 2		118	354
					214	
					20	
				Otros	2	
4	349793	9283056	Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño		1	728
					557	
					170	
				Otros	1	
5	349861	9282986	Plaza M. c/ Jiménez Pimentel		1	764
					590	
					169	
				Otros	4	
6	349928	9282915	Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi		376	824
					398	
					45	
				Otros	5	
7	350070	9282904	Jr. Cahuide c/ Jr. Moyobamba		214	562
					323	
					23	
				Otros	2	
8	349999	9282981	Jr. Moyobamba c/ Manco Capac		308	705
					312	
					81	
				Otros	4	
9	349927	9283049	Plaza M. c/ San Pablo de la Cruz		5	627
					509	
					109	
				Otros	4	
10	349869	9283119	Plaza M. c/ Ramírez Hurtado		2	580
					454	
					121	
				Otros	3	
11	350138	9282968	Jr. Cahuide c/ Jr. Rioja		318	544
					164	
					61	
				Otros	1	
12	350072	9283044	Jr. Rioja c/ Manco Capac		223	536
					266	
					45	

N°	Coordenadas UTM		Ubicación	Referencia	Unid./ Tiempo (Unid/h)	Total
	X	Y				
				Otros	2	
13	349850	9282847	Jr. Gregorio D. c/ Antonio Raymondi	   Otros	229 232 22 3	486
14	349787	9282918	Jr. Gregorio D. c/ Jiménez Pimentel	   Otros	200 312 25 1	538
15	349712	9282989	Jr. Gregorio D. c/ Martínez de Compañón	   Otros	281 187 24 1	493
16	349646	9283059	Jr. Augusto B. c/ Ramón Castilla	   Otros	147 274 42 0	463
17	349727	9283127	Jr. Ramón Castilla c/ San Martín	   Otros	340 312 32 2	686
18	349803	9283190	Jr. Miguel Grau c/ Alegría Arias de Morey	   Otros	287 302 45 3	637
19	349885	9283259	Jr. Alegría Arias de Morey c/ Leoncio Prado	   Otros	266 287 52 2	607
20	349949	9283179	Jr. Rioja c/ Leoncio Prado	   Otros	261 223 74 3	561
21	350008	9283116	Jr. Rioja c/ San Pablo de la Cruz	   Otros	213 287 70 7	577

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los resultados del proceso en el que se evaluó el flujo vehicular en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto en las 21 intersecciones identificadas en dicho sector, se realizó evaluaciones en tres turnos de mayor demanda sugeridos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), considerados como horas punta (mañana: 7:00 – 8:00, tarde: 12:30 – 1:30 y en la noche: 6:30 – 7:30), y que, posteriormente fueron promediados; estos resultados permiten considerar a la intersección del Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi

es la de mayor flujo, en el que se alcanza un valor de 824 unidades vehiculares entre trimóviles, motos lineales, camionetas y autos y otros tipos de vehículos; seguido por el punto de la intersección del Jr. Plaza M. c/ Jiménez Pimentel en el que se alcanza las 764 unidades vehiculares y en el tercer lugar el cruce de las intersecciones del Jr. Plaza M. c/ Jr. Martines de Compañon donde se alcanza las 728 unidades vehiculares.

Según Saavedra (2014), considera que el flujo vehicular está relacionado con la demanda de acuerdo a los requerimiento de la población, así mismo podría tener cierta relación con la condición económica y la comodidad y rapidez que los vehículos pueden ofertar. Así mismo (Puente, 2017), recomienda que el flujo vehicular se debe tener en cuenta como criterio básico para el plan de desarrollo urbano y el establecimiento de las normas de convivencia que se incluye en la estrategias de urbanismo de los planes de gestión integral entre los gobiernos y los sectores relacionados.

#### **4.2 Concentración de CO y H<sub>2</sub>S**

El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico que se produce en la combustión incompleta, este es un gas inodoro, insípido e incoloro, con frecuencia no hay advertencia en las personas sobre la exposición a este gas; se mantiene en condiciones ambientales hasta cuatro semanas, tiempo durante el cual se oxida gradualmente y forma dióxido de carbono. En los motores de combustión interna se obtiene como resultado de la mezcla heterogénea del combustible con el oxígeno.

Por su parte el sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), es un gas que suele encontrarse en plantas de tratamiento de aguas residuales en las áreas próximas a las ciudades, y dentro de estas en los sistemas de alcantarillados o desagües públicos que podrían emitirse hasta ambientes transitables dependiendo de la concentración y la seguridad y permeabilidad de los buzones. En las tablas 10 y 11 se presentan los valores correspondientes a ambos gases y su

comparación con los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecido según el D. S. N° 003 – 2017 – MINAM.

**Tabla 10**

Valores de CO en puntos alto flujo vehicular

Punto de monitoreo	Dirección (Intersecciones)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)	ECA (8 h) ug/m <sup>3</sup>	CO (ug/m <sup>3</sup> )
E-01	Plaza M. c/ Jiménez Pimentel	349630	9282605	333	10000	1122
E-02	Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño	349550	9284410	334	10000	2901
E-03	Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi	349691	9282541	332	10000	5154

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 11**

Valores de H<sub>2</sub>S en puntos de alto flujo vehicular

Punto de monitoreo	Dirección	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)	ECA (24 h) ug/m <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> S (ug/m <sup>3</sup> )
E-01	Plaza M. c/ Jiménez Pimentel	349630	9282605	333	150	<2
E-02	Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño	349550	9284410	334	150	2
E-03	Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi	349691	9282541	332	150	<2

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la determinación de la concentración de monóxido de carbono (CO) y el sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) en los puntos que tienen mayor flujo vehicular en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto, se logró determinar los siguientes valores: para monóxido de carbono en el punto E-01 (Plaza M. / Jiménez Pimentel) se determinó 1122 ug/m<sup>3</sup>, en el punto E-02 (Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño) se determinó 2901 ug/m<sup>3</sup> y en el punto E-03 (Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi) un valor de 5154 ug/m<sup>3</sup>; para el sulfuro de hidrogeno en los puntos E-01 (Plaza M. / Jiménez Pimentel) y E-03 (Jr. Maynas / Antonio Raymondi) se determinó un valor menor a 2 ug/m<sup>3</sup> y en el punto E-02 (Plaza M. / Jr. Martines de compaño) 2 ug/m<sup>3</sup>.

La presencia de altos contenidos de monóxido de carbono en los puntos monitoreados, estaría relacionado con el flujo vehicular; ya que según (Téllez et al., 2006), el monóxido de carbono, se produce como residuo de la combustión incompleta de ciertos combustibles en los que se incluye al petróleo y la gasolina, en actividades como industrias, transporte, cocinas domésticas, quema de residuos, incendios forestales, entre otros.

Para el Sulfuro de Hidrógeno, en el punto de monitoreo en los que fue posible detectar su presencia, este estaría relacionado con las condiciones en la que se encuentran la red de desagüe y las altas temperaturas características de la zona. Según (Mendoza, 2015) considera que el sulfuro de hidrogeno es un gas incoloro, inflamable con un olor a huevo podrido y que se encuentra como subproducto de los procesos industriales y naturales.

#### **4.3 Calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S**

La calidad del aire está relacionada técnicamente con los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA), establecidos según el (D. S. N° 003-2017 - MINAM) la cual tiene un valor comprendido entre 0 y 100. La calidad de aire según el Índice de la Calidad del Aire (INCA), establecido según la (R. M. N° 181 - 2016 MINAM), donde se consideran cuatro categorías o calificaciones: La banda de color verde comprende valores de 0 a 50 e indica que la calidad del aire durante la muestra es buena, la banda de color amarillo comprende valores de 51 a 100 e hace referencia a una calidad moderada del aire; la banda de color anaranjado está comprendida entre los valores 101 y el valor umbral del estado de cuidado (VUEC) de cada contaminante, lo que nos indica que la calidad del aire existente es mala; finalmente el color rojo de la cuarta banda el cual nos indica que la calidad del aire es mayor al valor umbral del estado de cuidado del contaminante.

A partir del valor umbral, compete la aplicación de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales por parte de la autoridad de Salud, para los cuales es importante establecer planes

de monitoreo permanentes y se sugiere establecer un calendario que permita determinar las fechas específicas en las cuales se debe tener especial cuidado y se debería optar por poner en marcha algún plan que logre reducir las concentraciones de los contaminantes en cuestión. En las tablas 12 y 13 se muestran los valores de la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en las intersecciones con mayor flujo vehicular del sector Cercado de la ciudad de Tarapoto, los cuales fueron evaluados teniendo en cuenta ciertos parámetros meteorológicos como una dirección de viento con tendencia al SE y una velocidad promedio de 0.91 m/s.

**Tabla 12**

Calidad de aire por CO en puntos de alto flujo vehicular

Punto de monitoreo	Dirección (Intersecciones)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)	Calidad de aire	Calificación
E-01	Plaza M. c/ Jiménez Pimentel	349630	9282605	333	11	Buena
E-02	Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño	349550	9284410	334	29	Buena
E-03	Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi	349691	9282541	332	52	Moderada

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 13**

Calidad de aire por H<sub>2</sub>S en puntos de alto flujo vehicular

Punto de monitoreo	Dirección (Intersecciones)	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m.)	Calidad de aire	Calificación
E-01	Plaza M. c/ Jiménez Pimentel	349630	9282605	333	1	Buena
E-02	Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño	349550	9284410	334	2	Buena
E-03	Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi	349691	9282541	332	1	Buena

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La calidad de aire buena (color verde), se considera como satisfactoria y no representa un riesgo para la salud; se considera que es aceptable y cumple con los valores establecidos en los ECA de Aire y que puede realizar actividades al aire libre. Respecto a la calidad de

aire moderada (color amarillo), se considera que las personas de los grupos sensibles como son los niños, individuos de la tercera edad, mujeres embarazadas, personas con enfermedades respiratorias y aquellos que sufren de enfermedades cardiovasculares crónicas podrían experimentar algunos síntomas respiratorios, para este último caso, la calidad del aire necesariamente debe ser aceptable y se cumple con el ECA de Aire, en esta condiciones se puede realizar las actividades al aire libre con ciertas restricciones para grupos que son vulnerables (CIOTMA, 2016).

#### **4.4 Propuesta de un plan de monitoreo y control de gestión ambiental**

##### **1. Introducción**

Uno de los objetivos de la investigación constituye el proponer un plan de monitoreo y control como propuesta de gestión de la Municipalidad Provincial de San Martín, teniendo como punto de referencia el sector cercado de la ciudad de Tarapoto, ya que fue en este sector donde se llevó a cabo la investigación por su importancia turística social e histórica que tiene el centro de la ciudad, con el fin de conservar un ambiente libre de excesos de gases contaminantes.

Dentro de la investigación se determinó las concentraciones de CO y H<sub>2</sub>S que se encontraban en las distintas intersecciones de calles que tenían el mayor flujo de vehículos motorizados, teniendo como resultados una calidad de aire buena, es necesario para los habitantes de la ciudad de Tarapoto y turistas que la situación atmosférica de la zona se mantenga óptima, por lo que es de vital importancia la implementación de un plan para seguir conservando un medio ambiente saludable, y así garantizar al poblador Tarapotino y visitante un ambiente ideal y placentero

## **2. Marco Legal**

### **2.1. Constitución Política del Perú.**

Según el MINJUS, (1993), la constitución política del Perú en su Título 1, Capítulo 1, artículo 2 inciso 22 hace referencia a la paz, a la tranquilidad, al disfrutar del tiempo libre y al descanso, así como también gozar de un ambiente sano equilibrado y además de adecuado al desarrollo de su vida.

Capítulo 2, artículo 9 señala que el estado determina las necesidades de la política nacional de salud. El poder ejecutivo se encarga de la norma y supervisa su aplicación. Es responsable de diseñarla y reducirla en forma plural y descentralizadora para facilitar a todos los accesos equitativos a los servicios de salud.

### **2.2. Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972**

Según la Ley N° 27972, (2014) indica que las atribuciones del Concejo Municipal referidas a la planificación del desarrollo local y también del ordenamiento territorial urbano y ambiental son: aprobar todos los Planes de Desarrollo Municipal Concertados y el Presupuesto Participativo; asimismo el Plan de Acondicionamiento Territorial Provincial, el cual identifique las áreas urbanas y de posible expansión urbana, las áreas de protección o de seguridad por riesgos naturales, además de las áreas agrícolas y las áreas de conservación ambiental declaradas.

### **2.3. D. L. 1055 que modifica la Ley N° 28611 de Ambiente -Decreto Supremo N° 007-2017-MINAM**

Según el MINAM, (2010), en el Artículo 32 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, especifica que el Límite Máximo Permisible viene a ser la medida de la concentración o grado de los elementos, sustancias y/o parámetros físicos, químicos y

biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida eventualmente causa o puede causar daños a la salud de las personas, al bienestar humano asimismo medio ambiente o medio que no rodea.

#### **2.4. D. S. N° 003- 2017 MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Aire.**

Según el MINAM, (2017), la Ley y el Estado, el cual que a través de sus entidades y órganos respectivos, se encargan de diseñar y aplicar, entre otros, las normas que son indispensables para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el también cumplimiento de todas las obligaciones y responsabilidades expresadas en la citada Ley; Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que dictamina el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o los parámetros físicos, los químicos y los biológicos, que están existentes en el suelo, agua o aire, en su condición como de cuerpo receptor, que no figura ningún riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley, establece que el ECA es indispensable realizar en el diseño de las normas legales y las políticas públicas y es un referente imprescindible en el diseño y aplicación de todos los instrumentos mediante la gestión ambiental; Que, de acuerdo con lo especificado en la ley que tiene como numeral 33.1 del artículo 33, la Autoridad Ambiental Nacional se encarga de regir todo el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con todos los sectores correspondientes a éstos estudios, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP.

## **2.5. Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones – CEMS- N° 201-2016-MINAM**

El protocolo Nacional del Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones (MINAM, 2016c), el su numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú hace referencia que toda persona tiene el derecho a gozar de un medio ambiente sano, equilibrado y además de adecuado durante el desarrollo de toda su vida; Que, el artículo 3 de la Ley N° 28611, referido al rol que desenvuelve el Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de las entidades y órganos correspondientes se encargan diseñar y aplicar, entre otros, las normas que sean fundamentales las cuales garantizan el efectivo ejercicio de los derechos asimismo del cumplimiento de los deberes y responsabilidades que están especificadas en la mencionada Ley; Que, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente señala que su función general es el de diseñar, establecer, ejecutar y también de supervisar la política nacional y sectorial ambiental, que tendrá que hacerse cargo de la rectoría con respecto a ella; de ese mismo modo, el literal e) del artículo 7 del mencionado Decreto Legislativo fundamenta como una de sus funciones específicas, analizar y aprobar todos los lineamientos, las metodologías, los procesos y los planes para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) además de evaluar Límites Máximos Permisibles (LMP) en los diversos niveles o estándares existentes en el gobierno; Que, la Política Nacional del Ambiente, aprobada por D. S. N° 012-2009-MINAM, ordena entre los otros demás Lineamientos de Política del Eje de Política 2 – Gestión Integral de la Calidad Ambiental – dirigidos a evaluar la calidad del aire, el establecer medidas para servirán para prevenir y para poder mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de todas las personas; Que, la Agenda Nacional de Acción Ambiental – Perú 2015-2016, mediante la Resolución Ministerial N° 405-2014-MINAM, lleva dentro de los productos y actividades del Frente Calidad Ambiental, estima

como uno de los productos del Objeto 8 – Es importante reducir los niveles de contaminación del aire - la actualización de todo el marco normativo de la calidad del aire detallando como actividad la aprobación del protocolo de monitoreo continuo de las emisiones.

## **2.6. D. S. N° 012 - 2005 - SA, Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire**

Salud Ambiental (SA), (2005), indica que mediante el Decreto Supremo N° 009-2003-SA se aprobó el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire; Que, la referida norma legal tiene como principal objetivo regular todos los niveles de estados de alerta para contaminantes del aire, los cuales se especifican los efectos que causan el activar, de forma inmediata, el conjunto de medidas que serán predeterminadas solo para corta duración que serán destinadas a prevenir el riesgo a la salud de las personas y así evitar la exposición excesiva hacia los contaminantes que se puedan generar en el aire definidos en el presente reglamento, mediante los acontecimientos de contaminación aguda; Que, a efectos de la debida implementación de la mencionada norma legal, se han desarrollado estudios que complementan con respecto a los contenidos de dicha norma identificándose aspectos que podrían entorpecer su operatividad, el cual viene a ser razón para que la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) proponga la incorporación de modificaciones que favorezcan el mejor logro de los objetivos de dicha norma legal.

## **2.7. Ordenanza Municipal N° 020-2009-A/MPSM – Ordenanza Municipal encargada de aprobar el régimen de aplicación de Sanciones Administrativas**

Según la (Municipalidad Provincial de San Martín (MPSM), (2009)); alega que el ejercicio de la facultad sancionadora debe ser dirigida dentro de un entorno de difusión y persuasión al vecindario como favores que devienen del cumplimiento de los dispositivos legales más no como un medio que permita la recaudación, ya que resulta imprescindible que la actividad administrativa se encuentre alegada en los criterios de justicia, equidad, legalidad y seguridad jurídica los cuales permiten cada vez un mejor servicio y atención oportuna a los vecinos para lo cual se requiere dar continuidad a los procedimientos .

La potestad sancionadora de la MPSM, se encuentra reconocida por la Ley Orgánico de Municipalidades Ley N° 27972. Implica la tipificación de conductas que construyen una infracción, la fiscalización y también eventualmente implica sanciones ante el incumplimiento de las reglas municipales que están vigentes

**Artículo 02:** Finalidad: El Régimen Municipal de Aplicación de Sanciones Administrativas tiene como objetivo establecer las resoluciones generales orientadas a estructurar el procedimiento sancionador, garantizando al ciudadano la aplicación correcta de sanciones ante el posible incumplimiento de las normas administrativas que están vigentes.

**Artículo 05:** Órgano Competente: La Gerencia de Seguridad Ciudadana y Fiscalización de conforme con el Reglamento de Organización y funciones de la Municipalidad provincial de San Martín es el Órgano que se encarga de cautelar el cumplimiento de toda las disposiciones municipales administrativas en el cual se manifiesten prohibiciones que son de cumplimiento sumamente obligatorio; además de ser la única encargada de conducir, supervisar y evaluar la operación de fiscalización, con todas la facultad de realizar actuaciones previas de investigación, averiguación e inspección de la misma.

## **2.8. D. S. N° 016-2009 - MTC – Texto único ordenado del reglamento nacional de tránsito**

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), (2009) indica que mediante la aprobación de un Texto Único Ordenado se fortalecen las modificaciones hechas por un dispositivo legal que tendrá como objetivo compilar toda la normativa en un solo texto y así poder facilitar su manejo, por lo que resulta indispensable contar con un único texto que contenga de modo integral todos los dispositivos legales relativos al tránsito terrestre, a fin que se cuente con un texto armónico sobre la materia de ejecución.

**Artículo 3:** Hace referencia a la aprobación del Texto Único Ordenado Apruébese el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito, cuyo texto viene a ser la parte integrante del actual Decreto Supremo

**Artículo 6:** En este artículo nos habla de las disposiciones transitorias y finales; en las cuales menciona que las municipalidades provinciales tiene la función de adecuar su Texto Único de Procedimientos Administrativos y demás regulaciones pertinentes a lo que está indicado en el presente Decreto Supremo, contando con un plazo máximo de noventa (90) días naturales, las cuales empiezan a partir de su publicación en el diario oficial “El Peruano”. El mismo plazo esta regido para la implementación de lo que se encuentra establecido en el artículo 313, periodo durante el cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones brindará la capacitación requerida a todo el personal necesario.

Los procedimientos encargados de sancionar en curso seguirán rigiéndose por las normas que se encuentren vigentes antes de la entrada en vigor del presente Decreto Supremo, hasta que se dé el agotamiento de la vía administrativa. Las sanciones resultantes de papeletas que han sido emitidas antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, serán regidas por el principio de retroactividad benigna, que será aplicado de

oficio, siempre y cuando no hayan adquirido firmeza durante el procedimiento. No procede la devolución de los pagos que han sido efectuados.

### **3. Presentación del Plan de Monitoreo**

En el sector Cercado de Tarapoto y su área de influencia que son las intersecciones con mayor flujo vehicular se evidencian pocos efectos directos producto del transporte público y privado generada por la actividad antrópica a diario por ubicarse dentro de una zona comercial y de mucho movimiento, los días hábiles son los que más frecuencia vehicular existe en las horas punta, el desinterés de los conductores conlleva a una inconciencia ambiental, puesto que tienen los tubos de escape alterados, no hacen el cambio de aceite a tiempo, no están al día en su revisión técnica, lo que pone en riesgo la calidad del aire, por esta razón se propone un plan de monitoreo y control con actividades que puedan ser aplicadas por parte de la Autoridad competente que tiene el fin de asegurar la mejora de la transitabilidad adecuada de las fuentes vehiculares y el buen funcionamiento de fuentes estacionarias, de esa forma estaremos previniendo de tener una mala calidad ambiental para aire, motivando a la investigación y la circulación vehicular y funcionamientos responsable.

Para el Sector Cercado de Tarapoto se establecieron 5 programas que son:

- Programa de Reordenamiento Vehicular.
- Programa de Mitigación de impactos causados por la actividad vehicular
- Programa de Difusión y capacitación (Ambiente, calidad de aire, gases contaminantes).
- Programa de Monitoreo y control de toda contaminación atmosférica.
- Programa de Seguimiento, evaluación y control.

## **4. Objetivos del Plan de Manejo**

### **4.1. Objetivo General**

- Proponer un plan de monitoreo para mitigar o controlar las contaminaciones por gases tipo CO y H<sub>2</sub>S a futuro.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Establecer medidas que permitan prevenir la contaminación en la calidad de aire y enfermedades respiratorias y diseñar estrategias que permitan controlar y reducir el incremento del parque automotor.
- Concientizar a los conductores sobre la importancia de las revisiones técnicas.
- Aplicar como base de parámetros la normativa de Estándares de Calidad para aire, D. S. 003-2017-MINAM.
- Determinar la ubicación de las estaciones de monitoreo con fines de pronóstico.
- Instaurar como prioridad los accesos principales de todo el Distrito de Tarapoto.
- Proporcionar alternativa de calendario para el seguimiento de un plan que se riga al monitoreo y control de la calidad de aire.
- Establecer actividades que permitan realizar el seguimiento, la evaluación como también el control del plan de monitoreo en la calidad de aire.

## **5. Programas de manejo**

### **5.1. Programa de reordenamiento vehicular**

El programa incorpora acciones destinadas a prevenir posibles efectos sobre el ambiente que favorezcan a la salud pública considerando el mayor flujo en ciertas intersecciones, evitando el estacionamiento inadecuado de vehículos y los paraderos informales que crean desorden y estancamiento vehicular.

La calificación que se dio a las intersecciones del Sector Cercado fue un valor que se encuentra dentro de los valores sugeridos, solo en un punto según la interpretación a partir de lo establecido en el INCA R.M 2016 se debe establecer ciertas medidas para controlar la calidad de aire y este no aumente al pasar de los años y con el incremento del flujo vehicular

**a) Objetivo**

Replantear los límites de accesos a vehículos específicos en las intersecciones con mayor flujo vehicular.

**b) Alcance**

El Programa de Reordenamiento incluye acciones que permitan evitar las posibles congestiones vehiculares y menos concentraciones de gases de combustiones en puntos críticos.

**c) Acciones propuestas para el reordenamiento vehicular**

**Aspecto Turismo**

- Diseñar paneles informativos indicando las rutas y los horarios en los que podrían circular ciertos vehículos.
- Incorporar la prohibición del acceso de trimóviles a determinadas áreas específicas, a través de una ordenanza.
- Realizar charlas informativas a los compradores en establecimientos donde se ofrecen a la venta de trimóviles.
- Crear conciencia eco ambiental en la población a fin de motivar el uso de bicicletas para el transporte y establecer un día y un horario para dar inicio a la propuesta.

**5.2. Programa de mitigación de impactos causados por la actividad vehicular**

Incluye actividades que permitirán atender posibles casos de emergencia que pudieran suscitarse en las intersecciones monitoreadas, de modo que podamos tener alternativa de solución rápida y eficiente evitando al ambiente o ser humano sean considerables.

**a) Objetivo**

Disponer acciones para enfrentar posibles emergencias para proteger el entorno, ambiente y a las personas que se puedan ser perjudicadas de manera directas e indirectamente

**b) Alcance**

Una vez sabiendo los riesgos que pueden generarse en el aérea de estudio se establecen actividades para salvaguardar la integridad de los recursos ambientales y humanos en base a las siguientes acciones:

**a. Acciones propuestas para el plan de contingencia frente al incremento del flujo vehicular y negocios comerciales**

Estas acciones y actividades son ejecutadas por los integrantes de las instituciones competentes como: Municipalidad Provincial de San Martín (MPSM), Ministerio transporte y Comunicaciones (MTC), Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental-Zonificación, Ecológica y Económica y son implementados bajo ordenanzas que decreta la Municipalidad en base a niveles de emergencia y respuestas rápidas.

Ocurrida la emergencia o desastre, la Respuesta tiene tres etapas: Intervención Inicial, Primera Respuesta y Respuesta Complementaria.

**Tabla 14**

Acciones propuestas frente a la problemática de transporte y el comercio

Actividades	Objetivo	Descripción de la tarea	Responsable	Apoyo
Facilitar los procesos de formalización y habilitación de establecimientos en determinadas zonas.	Cumplimiento de la ordenanza sobre la distribución por zonas.	- Personal capacitado y previamente asignado a esta tarea se moviliza para organizar y orientar la evacuación de la población que incumpla dicha ordenanza.	Técnicos capacitados del área de catastro	SAT
Ordenamiento de las rutas de alto y bajo tránsito.	Contar con vías de alto tránsito. Contar con vías de bajo tránsito.	Realizar padrones de las unidades vehiculares. Identificar las principales rutas según los horarios.	Técnicos capacitados del área de gestión ambiental y ordenamiento territorial, con el apoyo del personal de tránsito.	Técnicos del MTC

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### **5.3. Programa de difusión y capacitación (Ambiente, calidad de aire, gases contaminantes).**

La capacitación en temas de contaminación atmosférica, medidas de control e importancia de mitigar este problema, será un instrumento importante para generar conciencia y adquirir competencias y destrezas en la población y funcionarios que haga posible cumplir con los objetivos propuestos en todos los programas establecidos en el Plan de Manejo. A continuación, se presenta una propuesta técnica que tiene como función capacitar y difundir la problemática actual al personal que labora en la municipalidad provincial de san Martín como, así como a la población que se encuentra dentro y en áreas aledañas del sector cercado.

#### **a. Objetivo**

Generar una conciencia ambiental a través charlas de inducción a cargo del personal técnico de la municipalidad provincial de San Martín.

**b. Alcance**

La capacitación se dirigirá a empleados municipales, asociaciones de transporte y al público en general que transitan por el sector cercado de la ciudad de Tarapoto

**c. Temas a tratar dentro de la capacitación**

Se abordarán en total 3 temas generales que son:

**Educación Ambiental en temas de contaminación atmosférica**

- atmosfera y conservación
- Ser humano y naturaleza
- Contaminación atmosférica
- Importancia de mantener una calidad de aire optima
- Estado actual del aire en el sector cercado
- Normativa ambiental en aire
- Actividades que se pueden realizar
- Interpretación ambiental

**Monitoreos y su importancia**

- Definiciones en general: equipos, monitorea, soluciones, etc.
- Reglamentos
- Explicación de la metodología de monitoreo
- Importancia del monitoreo

**Control en la emanación de gases**

- Generalidades
- Tipos de medidas de control

Importancia de las medidas de control

#### **5.4. Programa de monitoreo y control de la contaminación atmosférica**

Se establecen actividades que contemplan el monitoreo, seguimiento y control con las diferentes medidas establecidas en los reglamentos, para mantener el ambiente atmosférico del sector cercado en buenas condiciones, con esta actividad se quiere lograr que el ambiente atmosférico se mantenga en buenas condiciones por el mayor tiempo posible.

##### **a. Objetivos**

- Implementar el programa de manera óptima para mantener el ambiente atmosférico del sector cercado en buenas condiciones.
- Incorporar medidas de monitoreo y control en el equipo de trabajo de la Municipalidad provincial de san Martín.

##### **b. Alcance**

Lograr que los monitoreos se den de manera constante, para mantener un ambiente saludable en el sector.

##### **c. Acciones**

- Monitoreos de los gases estipulados en el reglamento.
- Obtención de equipos de monitoreos debidamente calibrados.
- Incorporación de monitoreos in situ como operativos en el sector.
- Constancia en las medidas de control.
- Seguimiento en las actividades de la participación ciudadana y trabajadores de la municipalidad.

## 5.5. Programa de seguimiento, evaluación y control

El programa se establecerá a fin de realizar el seguimiento, evaluación y control de las acciones establecidas dentro de cada programa, así como también medir el nivel de aceptación de las propuestas establecidas.

### a. Objetivo

Dar el debido seguimiento al cumplimiento de las acciones y actividades propuestas en cada uno de los programas propuestos, a fin de, controlar y evaluar el resultado de las acciones tendientes a minimizar los impactos negativos.

### b. Alcance

Es aplicable dependiendo del sector y teniendo en cuenta que podría estar sujeto a cambios como el ordenamiento y la habilitación de ciertas vías, así como el establecimiento de ciertas empresas, industrias o negocios que podrían alterar el cumplimiento de los programas.

## 6. Cronograma y presupuesto estimado del Plan de Manejo

El presupuesto total estimado para los 5 programas incluidos dentro del Plan de Monitoreo y control como propuesta de Gestión para la Municipalidad Provincial de San Martín, se presenta en la siguiente tabla:

Actividad	Meses									Presupuesto estimado
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Programa de reordenamiento vehicular	X	X	X	X	X	X	X			10000.00
Programa de mitigación de impactos por la actividad vehicular.	X	X	X	X	X					10000.00
Programa de difusión y capacitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5000.00
Programa de monitoreo y control	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10000.00
Programa de seguimiento evaluación y control	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1000.00
									Total	36000.00

## Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- Las intersecciones con mayor flujo vehicular que fueron identificadas en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto en la provincia y región San Martín son las intersecciones de los jirones Maynas/Antonio Raymondi con 824 Unid/h, Plaza Mayor/Jiménez Pimentel con 764 Unid/h y Plaza Mayor/ Martínez de Compañon con 728 Unid/h. dichos recuentos corresponden a los promedios de las evaluaciones en horas punta como son 7:00 – 8:00 am en turno vespertino y 12:30 – 1:30 pm en turno tarde y 6:30 – 7:30 pm.
- La calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en los tres puntos con mayor flujo vehicular en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto denominados E-01 (Plaza M. c/ Jiménez Pimentel) y E-02 (Plaza M. c/ Jr. Martines de compañon) es buena y el punto E-03 (Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi) es moderada y que al ser contrastados con los resultados de la identificación de los puntos de mayor flujo vehicular en el que se considera al punto E-03 (Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi) como el de mayor flujo, la calidad de aire para monóxido de carbono estaría directamente relacionado, lo que permitiría aceptar la hipótesis nula; mientras que para el sulfuro de hidrogeno no tendría una relación directa y se estaría rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.
- De los 21 puntos de monitoreo identificados en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto; la intersección del Jr. Maynas / Antonio Raymondi es la de mayor flujo vehicular con 824 unidades vehiculares, seguido por la intersección del Jr. Plaza M./ Jiménez Pimentel donde se alcanza las 764 unidades vehiculares y en el tercer lugar él se encuentra la intersección del Jr. Plaza M. / Jr. Martines de compañon con 728 unidades vehiculares.

- Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) y sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) en los puntos de mayor flujo vehicular en el sector Cercado de la ciudad de Tarapoto son: para monóxido de carbono en el punto E-01 (Plaza M. / Jiménez Pimentel) 1122 ug/m<sup>3</sup>, en el punto E-02 (Plaza M. c/ Jr. Martines de compaño) 2901 ug/m<sup>3</sup> y en el punto E-03 (Jr. Maynas c/ Antonio Raymondi) 5154 ug/m<sup>3</sup>; para el sulfuro de hidrogeno en los puntos E-01 (Plaza M. / Jiménez Pimentel) y E-03 (Jr. Maynas / Antonio Raymondi) se determinó un valor menor a 2 ug/m<sup>3</sup> y en el punto E-02 (Plaza M. / Jr. Martines de compaño) 2 ug/m<sup>3</sup>. Dichos resultados al ser comparados con los ECA para Aire en ninguno de casos supera los valores establecidos (10000 ug/m<sup>3</sup> para monóxido de carbono y 150 ug/m<sup>3</sup> para sulfuro de hidrogeno).

## **5.2. Recomendaciones**

- Las instituciones competentes como la Municipalidad Provincial de San Martín, El Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental, la Dirección General de Salud Ambiental y otras deberían realizar monitoreos mensuales, trimestrales y anuales para establecer un calendario de monitoreo.
- Las instituciones competentes al realizar el monitoreo, deberían ampliar el número de puntos o estaciones de monitoreo que permitan abarcar otros sectores de la ciudad a fin de conocer la calidad de aire en toda la ciudad de Tarapoto.
- Las instituciones competentes deberían realizar monitoreos en las diferentes horas punta a fin de determinar la calidad de aire respecto a un horario específico.
- Para todos los casos, de debe utilizar puntos o zonas seguras que no pongan en peligro los instrumentos, equipos o material utilizados en el monitoreo.

- Además, se recomienda aplicar instrumentos como encuestas, entrevistas y otros de forma sucesiva que permita tener conocimiento de las inquietudes de la población para con los temas de interés como es el caso de los contaminantes.

## REFERENCIAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades. (2012). Resumen de Salud Pública - Monóxido de carbono. *National Technical Information Service*, 5, 6.  
Retrieved from [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs201.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.pdf)
- Apaza, W., & Quenaya, S. (2017). *Cartografía de emisiones de malos olores por la laguna de oxidación Puno* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9408/Rosa\\_Enriquez\\_Yuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9408/Rosa_Enriquez_Yuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bazan, V. A. (2017). *Contaminación del Aire por Dioxido de Azufre y la Congestion Vehicular en Lima Norte* (Universidad Alas Peruanas). Retrieved from <http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/6920/1/TESIS.pdf>
- Benavides, H. O., & Leon, G. E. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Retrieved from <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>
- Bravo, V. (2015). *Introduccion a los impactos ambientales sobre los recursos naturales*. Retrieved from [http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/INTRODUCCION-A-LOS-IMPACTOS-AMBIENTALES-VB-2015.docx1\\_.pdf](http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/INTRODUCCION-A-LOS-IMPACTOS-AMBIENTALES-VB-2015.docx1_.pdf)

Carnicer, J. (2008). *Contaminación atmosférica*. Retrieved from

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwism4rB2vTnAhUBU98KHRcTCSUQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.eoi.es%2Fes%2Ffile%2F18607%2Fdownload%3Ftoken%3DDQeBhR8t&usg=AOvVaw281PLiruncnHeNHv6PaiBg>

Chamaya, T., & Castillo, L. (2017). *Índice de la calidad de aire y concentración del CO2 en las aulas de los estudiantes del instituto superior CEPEBAN Tarapoto 2017*. 56.

Retrieved from

[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1385/Tania\\_Tesis\\_Titulo\\_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1385/Tania_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Choy, L. (2014). *Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima cuadrada* (Universidad Nacional de Ingeniería). Retrieved from Principales causas de la contaminación del aire y propuestas para su mitigación por efecto del parque automotor de transporte público de Lima cuadrada

CIOTMA. (2016). *Calidad del Aire en Asturias*. Retrieved from

<http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/Paginas/inicio.aspx>

Congreso Nacional de la Republica (CONAM). *Ley Orgánica de Municipalidades*. , Pub.

L. No. Ley N° 27972-2004-CNR, 54 (2004).

Cruz, I., Cabello, J., Sorinas, L., Varela, A., & Costa, I. (2015). Propuesta de procedimiento para el Control de Emisiones Atmosféricas en ambientes urbanos.

*Organización Del Trabajo y La Producción*, XXXVI(1), 2–16. Retrieved from

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwim2KDXw9XhAhWSylkKHbMAAZIQFjAAegQICBAC&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5013945.pdf&u>

sg=AOvVaw1kPobBHJRtHBji11P5\_Ei-

Dawidowski, L., Sánchez, O., & Alarcón, N. (2014). *Estimación de emisiones vehiculares en Lima Metropolitana*. Retrieved from <http://www.senamhi.gob.pe>

De White, E. (1989). *Consejos sobre la salud* (1st ed.; Asociación Publicadora Interamericana, Ed.).

Dirección General de Salud Ambiental. *Protocolo de monitoreo de la calidad de aire y gestión de los datos.* , Pub. L. No. R.D. N° 1404, 45 (2005).

Dirección General de Salud Ambiental, & Ministerio de Salud. *Política Nacional de Salud 2011 - 2020.* , Pub. L. No. R.M. N° 258, 34 (2011).

Farroñan, C. (2017). *Concentraciones de gases y niveles de ruido según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en las estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo.*

2014 - 2014 (Universidad de Lambayeque). Retrieved from

[http://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/79/T107\\_72112777T.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/79/T107_72112777T.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

García, R. (2001). Combustión y combustibles. *Contaminacion Ambiental - Mundo Moderno*, 5, 1–23.

Gonzáles, G., Zevallos, A., Gonzáles, C., Núñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., ...

Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(3), 547–556.

Green, J., & Sánchez, S. (2012). La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión

Panorámica. In Clean Pint (Ed.), *Clean Air Institute* (1st ed.). Retrieved from

<http://www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf>

Guerra, J. (2015). *Ajuste del sistema auxiliar convencional para optimizar el rendimiento*

*volumétrico en motores diesel sobre 298 kW* (Universidad Nacional del Centro del

Perú). Retrieved from

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2240/Guerra>

[Huamalí.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. del P., Méndez, S., & Mendoza, C. P. (2015).

*Metodología de la investigación* (6th ed.; McGRAW-HILL, Ed.). México.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). *Sulfuro de hidrógeno* (pp.

1–5). pp. 1–5. Retrieved from

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP\\_VALORES](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP_VALORES)

[LIMITE/Doc\\_Toxicologica/Ficheros 2011/DLEP 69 Sulfuro de hidrógeno.pdf](#)

Llanes, E., Rocha, J., Peralta, D., & Leguísamo, J. (2018). Evaluación de emisiones de

gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio

Quito, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(2), 149–158. Retrieved from

<http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/201/220>

Magallanes, C. (2015). *Transporte Público de Pasajeros en Lima*. Retrieved from

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/295F26B15EDAC0C205](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/295F26B15EDAC0C205)

[2580820061AF36/\\$FILE/246\\_INFINVES90\\_2014\\_2015\\_transporte\\_publico.pdf](#)

Mendoza, M. (2015). *Valoración de contaminantes del aire generada por fuentes móviles*

*para la gestión de la calidad del aire en el mercado de Tacna* (Universidad Nacional

Jorge Basadre Grohmann - Tacna). Retrieved from

[http://redi.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1002/TM161\\_Mendoza\\_Aquino\\_M](http://redi.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1002/TM161_Mendoza_Aquino_M)

[.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Michél, R., Herbas, J., Paz, M., & Cortez, C. (2013). Pollution degree analysis air city

Tarija. *Ventana Científica*, 1, 53–65.

Ministerio de Ambiente - Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). *Manual de diseño*

*de sistemas de vigilancia de la calidad del aire.* , Pub. L. No. N° 2154, 137 (2010).

- Ministerio de energía y minas del Perú. (2007). *Guía Para La Evaluación De Impactos En La Calidad Del Aire Por Actividades Minero Metalúrgicas*. 4/128.
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (1993). *Constitución política del Perú* (No. 002-2005-PI/TC; 11th ed.; B. E.I.R.L., Ed.). Lima: 2016 - Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). *Decreto supremo que establece el texto único ordenado del reglamento nacional de tránsito*. , Pub. L. No. N° 16, 1 (2009).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Proyecto nacional de infraestructura de transporte nacional - Provias Nacional*. Retrieved from [http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2015/CP\\_42/Perfil Aprobado/1 Estudio de Trafico.pdf](http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2015/CP_42/Perfil Aprobado/1 Estudio de Trafico.pdf)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2018). *Boletín Estadístico del MTC 2018*. Retrieved from [http://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/boletines/boletin\\_estadistico\\_I\\_se\\_mestre\\_2018.pdf](http://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/boletines/boletin_estadistico_I_se_mestre_2018.pdf)
- Ministerio del Ambiente. *Ley General del Ambiente*. , Pub. L. No. 28611, 168 (2005).
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Cambio Climático y el Desarrollo Sostenible en el Perú* (p. 31). p. 31. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/CDAM0000323.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014*. Lima - Perú.
- Ministerio del Ambiente. *Índice de Calidad del Aire*. , Pub. L. No. R. M. N° 181, 1 (2016).
- Ministerio del Ambiente. (2016b). *La vinculación y retroalimentación entre la certificación ambiental y la fiscalización ambiental* (1st ed.; IAKOB Comunicaciones

- & Editores, Ed.). Retrieved from [http://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=17031](http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=17031)
- Ministerio del Ambiente. *Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones - CEMS.* , Pub. L. No. N° 201-2016-MINAM, 24 (2016).
- Ministerio del Ambiente. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.* , Pub. L. No. N° 003-2017-MINAM, 1 (2017).
- Ministerio del Ambiente. *Lineamientos para la determinación de las zonas de atención prioritaria.* , Pub. L. No. R. M. N° 20 (2018).
- Ministerio del Ambiente (MINAM). *Decreto legislativo que modifica la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.* , Pub. L. No. D. L. N° 1055, 2008 (2010).
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2009). *Aire limpio para todos.* Retrieved from <http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/430.pdf>
- Morales, H. (2006). *Ingeniería Vial I* (1st ed.; BÚHO, Ed.). Santo Domingo - República Dominicana.
- Municipalidad Provincial de San Martín. *Ordenanza Municipal A/MPSM.* , Pub. L. No. N° 020, 1 (2009).
- Municipalidad Provincial de San Martín. (2011). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tarapoto y nucleos Urbanos de Morales y La Banda de Shilcayo.* Tarapoto - Perú.
- Olandete, L., & Romero, D. (2016). *Factores de emisión por efecto de la movilidad vehicular en ciudades con similares condiciones a Cartagena de Indias, Colombia* (Universidad de Cartagena). Retrieved from [https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/5758/Monografia Alandete - Romero Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/5758/Monografia%20Alandete%20Romero%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas*

- sobre el cambio climático* (4th ed., Vol. 62301; FCCC, Ed.). Retrieved from <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Paredes, M. B., & Jave, H. G. (2015). *Determinación de la concentración de material particulado (PM 10) en puntos de alto tránsito vehicular del distrito de Morales – San Martín 2015* (Universidad Alas Peruanas). Retrieved from [http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/5854/1/PAREDES\\_VÁSQUEZ-Resumen.pdf](http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/5854/1/PAREDES_VÁSQUEZ-Resumen.pdf)
- Puente, K. (2017). El plan metropolitano de desarrollo urbano de Lima y Callao 2035. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, 13, 111–134. Retrieved from [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108619/13\\_06\\_RIURB\\_Puente.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108619/13_06_RIURB_Puente.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reina, V. (1960). *La Santa Biblia* (1st ed.; Sociedad Biblica, Ed.).
- Saavedra, J. D. (2014). *Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico vehicular* (Universidad Nacional Agraria la Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1872/T01-S33-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salud Ambiental (SA). *Modifican Reglamento de los Niveles de Estado de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire.* , Pub. L. No. N° 012, 1 (2005).
- SENAMHI - Perú. (2019). Retrieved April 17, 2019, from <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0023>
- Téllez, J., Rodríguez, A., & Fajardo, Á. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: Un problema de salud ambiental. *Rev. Salud Pública*, 8(1), 108–117. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642006000100010>
- The Linde Group. (2012). *Hoja de Seguridad del Monóxido de Carbono* (pp. 1–6). pp. 1–

6. Madrid - España.

Zárate, M. S., Gales, A., Jordá, L., Yahni, D., Relloso, S., Bonvehi, P., ... Smayevsky, J.

(2007). Control de la contaminación ambiental. *El Medio Ambiente*, 25(8), 508–512.

<https://doi.org/10.1157/13109987>

# ANEXOS

**Anexo 1.** Procedimiento para determinar la concentración de los gases CO y H<sub>2</sub>S.

Para determinar la concentración de cada uno de los gases se utilizará la siguiente fórmula.

$$[ ] = \frac{P}{Qr * t}$$

Donde:

[ ]: Concentración del gas (CO y H<sub>2</sub>S) en ug/m<sup>3</sup>.

P: Masa del gas en ug en 50 mL de la solución borboteadora.

Qr: Flujo (valor del caudalímetro) en m<sup>3</sup>/h.

t: Tiempo de muestreo en h.

**DETERMINACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO):**

**Punto de muestreo:**

E-01-01: Plaza Mayor/ Jiménez Pimentel (Fecha: 01-08-19).

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{703}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 1127 ug/m<sup>3</sup>.

E-01-02: Plaza Mayor/Jiménez Pimentel (Fecha: 02-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{694}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 1112 ug/m<sup>3</sup>.

E-01-03: Plaza Mayor/Jiménez Pimentel (Fecha: 03-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{704}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 1128 ug/m<sup>3</sup>.

E-02-01: Plaza Mayor/ Martínez de compañía (Fecha: 05-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{1814}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 2907 ug/m<sup>3</sup>.

E-02-02: Plaza Mayor/ Martínez de compañía (Fecha: 06-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{1798}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 2881 ug/m<sup>3</sup>.

E-02-03: Plaza Mayor / Martínez de compañía (Fecha: 07-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{1819}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 2915 ug/m<sup>3</sup>.

E-03-01: Maynas /Antonio Raymondi (Fecha: 08-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3211}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 5146 ug/m<sup>3</sup>.

E-03-02: Maynas /Antonio Raymondi (Fecha: 09-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3220}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 5160 ug/m<sup>3</sup>.

E-03-03: Maynas /Antonio Raymondi (Fecha: 11-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3217}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 5155 ug/m<sup>3</sup>.

E-04-01: Maynas /Antonio Raymondi (Fecha: 12-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3208}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 5141 ug/m<sup>3</sup>.

E-04-02: Maynas /Antonio Raymondi (Fecha: 13-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3211}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 5146 ug/m<sup>3</sup>.

E-04-03: Maynas /Antonio Raymondi (Fecha: 14-08-19)

$$CO \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3216}{0.078 * 8}$$

Por lo tanto, la concentración CO es 5146 ug/m<sup>3</sup>.

### **DETERMINACIÓN DE SULFURO DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>S):**

#### **Punto de muestreo:**

Gregorio Delgado y Martínez de Compañón (2015-12-1/2, 2015-12-2/3, (2015-12-3/4) y Vía de Evitamiento y Alfonso Ugarte (2015-12-1/2, 2015-12-2/3, 2015-12-3/4).

$$H_2S \left( \frac{\mu g}{m^3} \right) = \frac{3.75}{0.012 * 24}$$

Por lo tanto, la concentración de SO<sub>2</sub> es 13.021 ug/m<sup>3</sup>.

El mismo que es equivalente a 0.0005 ppm/ m<sup>3</sup>.

*Fuente: Elaboración propia, 2019.*

**Anexo 2.** Panel fotográfico de las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto



Recuento de vehículos a fin de determinar los puntos con mayor flujo vehicular.  
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Soluciones captadoras en los tubos borboteadores - monitoreo de CO y H<sub>2</sub>S.  
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Instalación de los tubos borboteadores - monitoreo de CO y H<sub>2</sub>S en el punto E-01.  
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Monitoreo para la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en el punto E-02.  
Fuente: Elaboración propia, 2019.



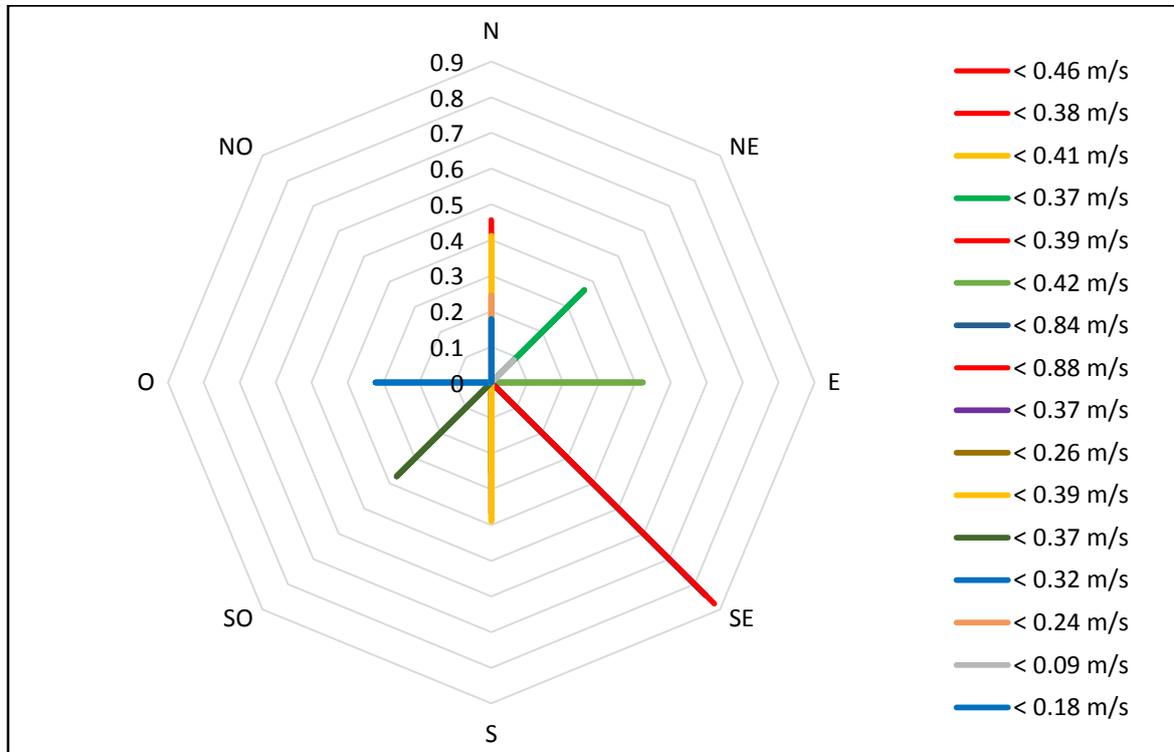
Monitoreo para la calidad de aire por CO y H<sub>2</sub>S en el punto E-03.  
Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Anexo 3.** Valores de los parámetros meteorológico en las estaciones de monitoreo.

D. DE VIENTO	NOM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM
NORTE	N	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.50	0.46
NORTE	N	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.50	0.40	0.50	0.50	0.38
NORTE	N	0.40	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.41
NOR ESTE	NE	0.30	0.40	0.20	0.40	0.30	0.30	0.50	0.50	0.40	0.50	0.37
ESTE	E	0.40	0.40	0.30	0.50	0.30	0.40	0.30	0.40	0.50	0.30	0.39
ESTE	E	0.30	0.40	0.30	0.50	0.30	0.40	0.60	0.60	0.40	0.60	0.42
SUR ESTE	SE	1.00	1.00	0.90	0.80	0.90	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.84
SUR ESTE	SE	1.00	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	0.90	0.80	0.70	0.80	0.88
SUR	S	0.30	0.40	0.30	0.30	0.50	0.40	0.40	0.30	0.40	0.30	0.37
SUR	S	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.30	0.30	0.20	0.30	0.20	0.26
SUR	S	0.40	0.30	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.30	0.40	0.39
SUR OESTE	SO	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30	0.40	0.35	0.40	0.50	0.40	0.37
OESTE	O	0.30	0.40	0.30	0.20	0.30	0.40	0.50	0.30	0.20	0.30	0.32
NORTE	N	0.10	0.20	0.10	0.20	0.40	0.40	0.30	0.20	0.30	0.40	0.24
NOR OESTE	NE	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.09
NORTE	N	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18

Valores de la dirección y velocidad de viento en la estación E-01 - Tarapoto.

Fuente: Elaboración propia, 2019.



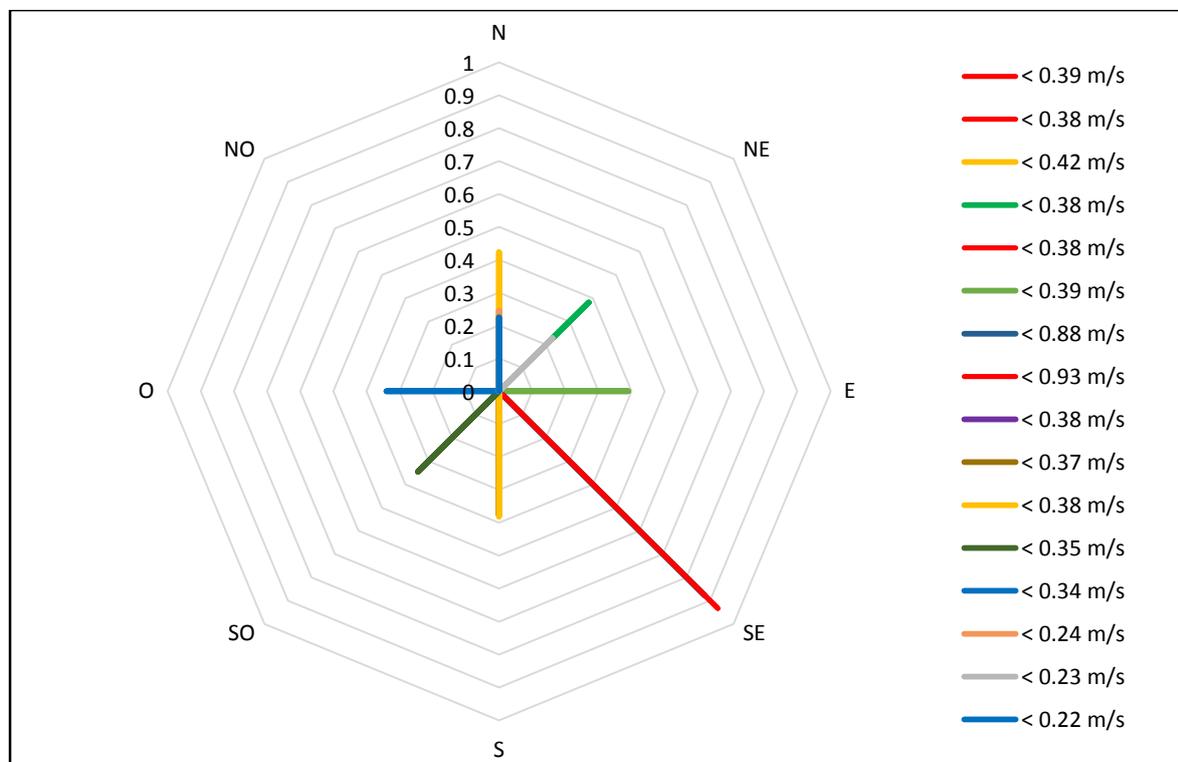
Rosa de viento correspondiente a la estación E-01, ciudad de Tarapoto.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

D. DE VIENTO	NOM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM
NORTE	N	0.40	0.45	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50	0.45	0.40	0.45	0.43
NORTE	N	0.39	0.39	0.45	0.30	0.40	0.40	0.50	0.40	0.50	0.50	0.41
NORTE	N	0.40	0.40	0.48	0.40	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.41
NORTE	N	0.31	0.40	0.37	0.40	0.30	0.30	0.50	0.50	0.40	0.50	0.39
ESTE	E	0.40	0.40	0.30	0.50	0.30	0.40	0.30	0.40	0.50	0.30	0.39
ESTE	E	0.30	0.40	0.30	0.50	0.30	0.40	0.60	0.60	0.40	0.60	0.42
SUR ESTE	SE	1.00	1.00	0.90	0.80	0.90	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.84
SUR ESTE	SE	1.10	1.20	1.00	0.90	0.80	0.80	0.90	0.80	0.70	0.80	0.91
SUR ESTE	SE	0.30	0.40	0.30	0.30	0.50	0.40	0.40	0.30	0.40	0.30	0.37
SUR	S	0.20	0.30	0.20	0.30	0.20	0.30	0.30	0.20	0.30	0.20	0.26
SUR	S	0.40	0.30	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.30	0.40	0.39
SUR OESTE	SO	0.40	0.40	0.30	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.37
OESTE	O	0.30	0.40	0.30	0.20	0.30	0.40	0.35	0.30	0.20	0.30	0.31
NORTE	N	0.10	0.20	0.10	0.20	0.40	0.40	0.30	0.20	0.30	0.40	0.24
NOR OESTE	NE	0.10	0.21	0.10	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.15
NOR OESTE	NE	0.32	0.20	0.28	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22

Valores de la dirección y velocidad de viento en la estación E-02 - Tarapoto.

Fuente: Elaboración propia, 2019.



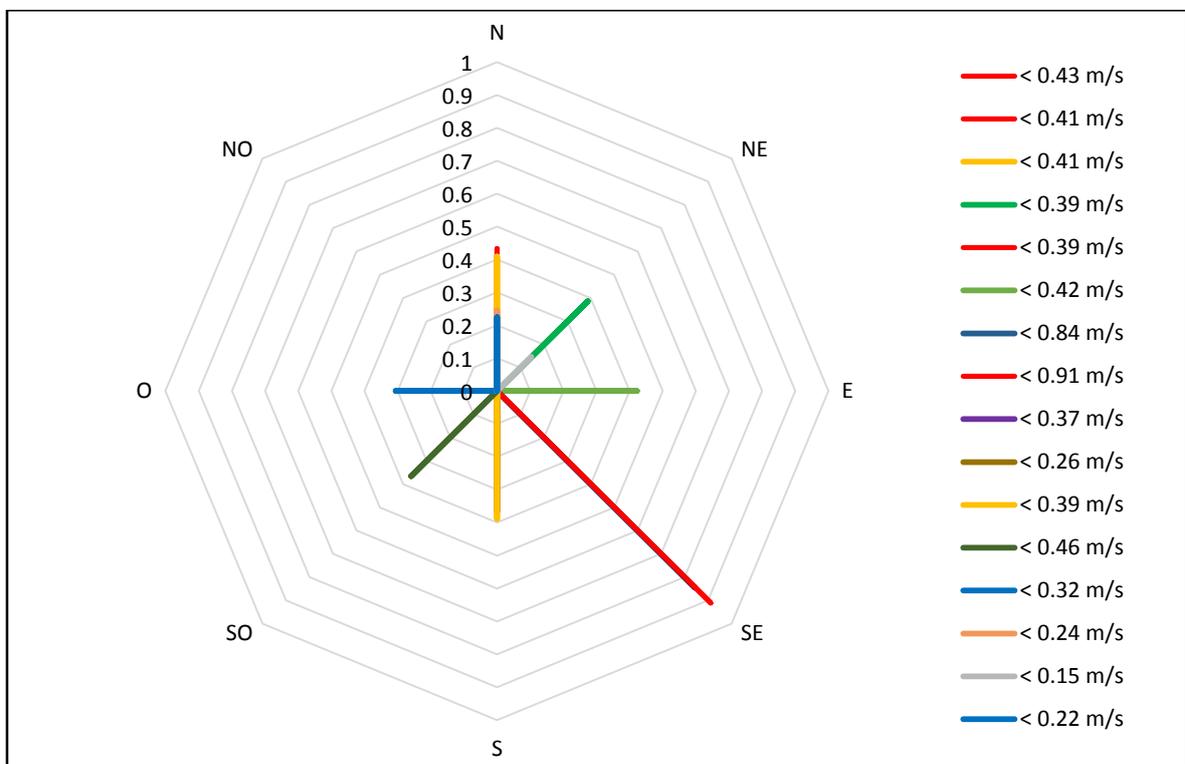
Rosa de viento correspondiente a la estación E-02, ciudad de Tarapoto.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

D. DE VIENTO	NOM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROM
NORTE	N	0.40	0.40	0.37	0.40	0.33	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39
NORTE	N	0.39	0.40	0.38	0.30	0.35	0.40	0.37	0.40	0.40	0.50	0.38
ESTE	E	0.40	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.42
ESTE	E	0.37	0.40	0.37	0.40	0.30	0.30	0.45	0.45	0.40	0.50	0.38
ESTE	E	0.40	0.40	0.30	0.45	0.30	0.40	0.30	0.40	0.45	0.30	0.38
ESTE	E	0.30	0.40	0.30	0.43	0.30	0.40	0.48	0.50	0.40	0.50	0.39
SUR ESTE	SE	1.00	1.00	0.90	0.80	0.90	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.88
SUR ESTE	SE	1.10	1.20	1.00	0.90	1.00	0.80	0.90	0.80	0.70	0.80	0.93
SUR	S	0.33	0.40	0.30	0.40	0.50	0.40	0.40	0.30	0.37	0.30	0.38
SUR	S	0.33	0.35	0.36	0.44	0.40	0.40	0.38	0.40	0.30	0.33	0.37
SUR OESTE	SO	0.32	0.30	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.30	0.40	0.38
OESTE	O	0.35	0.33	0.30	0.38	0.30	0.35	0.40	0.40	0.30	0.40	0.35
OESTE	O	0.33	0.40	0.35	0.33	0.30	0.40	0.35	0.30	0.30	0.30	0.34
NOR OESTE	NE	0.10	0.20	0.10	0.20	0.40	0.40	0.30	0.20	0.30	0.40	0.24
NOR OESTE	NE	0.23	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.28	0.23	0.30	0.20	0.23
NOR OESTE	NE	0.32	0.20	0.28	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22

Valores de la dirección y velocidad de viento en la estación E-03 - Tarapoto.

Fuente: Elaboración propia, 2019.



Rosa de viento correspondiente a la estación E-03, ciudad de Tarapoto.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Anexo 4. Certificado de calibración del tren de muestreo (Pagina 1 de 2).



Certificado N°: DWY 001-2019

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

FECHA DE CALIBRACIÓN: 24-05-2019

**Datos del Instrumento:**

Modelo del Instrumento : VFA-22      Marca: Dwyer      P/N: 116041-00  
Tipo de Instrumento : Rotámetro medidor de flujo Dwyer.  
Cliente : TUSAN INGENIEROS CONSULTORES S.A.C. (RUC: 20600832485)  
Chequeo Operacional : PASS  
Chequeo Físico : PASS  
Error máximo : 10%  
Próxima Calibración : 24-05-2020(Recomendado)

**Condiciones Ambientales:**

Temperatura Ambiente	25.8 °C
Presión Ambiente	749 mmHg

**Reporte de Pruebas:**

Rotámetro (LPM)	Flujo DEFINER 220 (LPM) Promedio 10 lecturas	Error (%)
0.20	0.204	2 %
0.40	0.408	2 %
0.60	0.606	1 %
0.80	0.808	1 %
1.00	1.069	7%

Se utiliza Patrón de flujo primario de alto rango, marca MesaLabs, modelo: Definer 220-M:

Identificación de Instrumento: N/S: 134358  
Certificado de Calibración: LFG-129-2018 INACAL del 20/07/2018.

Realizado por:

Juan D. Contreras Valdivia  
Dpto. de Soporte Técnico



REPRESENTACIONES TECHLAB SAC Av. Paseo de la República 2406 – Lince, Lima  
Telefax: (511) 222-3628 / 221-1333 [www.rptechlab.com](http://www.rptechlab.com) [info@rptechlab.com](mailto:info@rptechlab.com)

**Anexo 5.** Certificado de calibración del tren de muestreo (Pagina 1 de 2).



**INFORME TECNICO NO. RPTECHLAB 043- 19**

Lima, 27 de Mayo del 2019

Señores: **TUSAN INGENIEROS CONSULTORES S.A.C. (RUC: 20600832485)**  
JR. CASTILLA, RAMON NRO. 702 BAR. HUAYCO (ESPAaldas DE PEDAGICO) SAN MARTIN - SAN  
MARTIN - TARAPOTO  
Atención: Ing. Andy Lozano  
Cel.: 983960110

Asunto: **Calibración de Rotámetro del Equipo Tren de Muestreo**

Estimados señores:

Sirva la presente para saludarles muy cordialmente y así mismo hacerles llegar el informe técnico del servicio de Calibración realizado al accesorio medidor de flujo rotámetro del equipo Tren de Muestreo de 5 gases, realizado el día 24 de mayo del 2019.

**Trabajo realizado:**

1. Revisión inicial de funcionamiento del equipo, se encendió el equipo y se realizaron pruebas de flujo.
2. Se procedió a la verificación del flujo de las bombas, encontrándose los valores máximos de estas según la tabla siguiente. Comprobando correcta operatividad de equipo tren de muestreo.

Bomba N°	Flujo Aspiración máxima L/min
01	1.3
02	1.5
03	1.3
04	1.4
05	1.4

3. Se procedió a la calibración del Rotámetro Dwyer modelo VFA-22-13, p/n: 116041-00 se adjunta certificado de calibración, N° DWY 001 -2019. Rango de flujo verificado de 0.2 a 1 LPM.

**Conclusiones:**

**El Medidor de flujo Rotámetro para el Tren de Muestreo Dwyer VFA-22, P/N: 116041-00, se encuentra Calibrado y Operativo.**

Atentamente,



Ing. Juan Daniel Contreras V.  
Dpto. Soporte Técnico

Av. Paseo de la República 2406 – Lima 14  
Telefax: (511) 222-3628  
[www.rptechlab.com](http://www.rptechlab.com)  
[info@rptechlab.com](mailto:info@rptechlab.com)



**Anexo 6.** Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H<sub>2</sub>S (Pagina 1 de 5).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1919202 Rev. 0**

---

**HEALTH SAFETY ENVIRONMENT AND QUALITY CO**

JR. BELEN TORRES TELLO NRO. 215 SAN MARTIN - SAN MARTIN - TARAPOTO

ENV / LB-346005-003

PROCEDENCIA : **TARAPOTO - SECTOR CERCADO**

---

Fecha de Recepción SGS : 07-08-2019  
Fecha de Ejecución : Del 07-08-2019 al 09-08-2019  
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
E-01
E-02
E-03
E-04

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 09/08/2019

Frank M. Julcamoro Qulspe  
C.Q.P. 1033  
Coordinador de Laboratorio

Anexo 7. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H<sub>2</sub>S (Pagina 2 de 5).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1919202 Rev. 0

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					E-01	E-02	E-03
FECHA INICIO DE MUESTREO					23/07/2019	24/07/2019	25/07/2019
HORA INICIO DE MUESTREO					07:00:00	09:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					24/07/2019	25/07/2019	26/07/2019
HORA FIN DE MUESTREO					08:00:00	10:00:00	12:00:00
MATRIZ					SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S
					CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/muestra	80	256	703	1614	3211
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/muestra	1.3	4.3	+4.3	4.7	+4.3

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					E-01	E-02	E-03
FECHA INICIO DE MUESTREO					26/07/2019	27/07/2019	28/07/2019
HORA INICIO DE MUESTREO					13:00:00	15:00:00	07:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					27/07/2019	28/07/2019	30/07/2019
HORA FIN DE MUESTREO					14:00:00	16:00:00	08:00:00
MATRIZ					SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S
					CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/muestra	80	256	694	1796	3220
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/muestra	1.3	4.3	+4.3	4.8	+4.3

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					E-01	E-02	E-03
FECHA INICIO DE MUESTREO					30/07/2019	31/07/2019	02/08/2019
HORA INICIO DE MUESTREO					09:00:00	10:00:00	11:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					31/07/2019	01/08/2019	03/08/2019
HORA FIN DE MUESTREO					09:00:00	10:00:00	11:00:00
MATRIZ					SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCION CAPTADORA PARA CO H2S
					CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis Generales							
Monóxido de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/muestra	80	256	704	1619	3217
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/muestra	1.3	4.3	+4.3	5.1	+4.3

Notas:  
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.  
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

**Anexo 8.** Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H<sub>2</sub>S (Pagina 3 de 5).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1919202 Rev. 0**

(\*\*) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					E-04	E-04	E-04
FECHA INICIO DE MUESTREO					03/07/2019	04/07/2019	05/08/2019
HORA INICIO DE MUESTREO					12:00:00	01:00:00	02:00:00
FECHA FIN DE MUESTREO					04/07/2019	05/08/2019	06/08/2019
HORA FIN DE MUESTREO					12:00:00	01:00:00	02:00:00
MATRIZ					SOLUCIÓN CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCIÓN CAPTADORA PARA CO H2S	SOLUCIÓN CAPTADORA PARA CO H2S
					CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE	CALIDAD DE AIRE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
Análisis General							
Mandado de Carbono	EAI_SGS_ME15	ug/muestra	80	256	3208	3211	3216
Sulfuro de Hidrógeno	EAI_SGS_ME27	ug/muestra	1.3	4.3	+4.3	+4.3	+4.3

Fuente: Copia del documento original, 2019.

Anexo 9. Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H<sub>2</sub>S (Pagina 4 de 5).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1919202 Rev. 0**



**CONTROL DE CALIDAD**

**LC:** Límite de cuantificación  
**MB:** Blanco del proceso.  
**LCS %Recovery:** Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
**MS %Recovery:** Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
**MSD %RPD:** Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados o réplicas de la muestra adicionada.  
**Dup/Rep %RPD:** Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados o réplicas del proceso de laboratorio.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP/REP %RPD	LCS %Recovery
Muestro de Carbono	ug/muestra	256	+256	0%	100%
Sulfuro de Hidrógeno	ug/muestra	4.3	+4.3	0%	102%

Página 4 de 5

Fuente: Copia del documento original, 2019.

**Anexo 10.** Resultados de laboratorio de los parámetros CO y H<sub>2</sub>S (Pagina 5 de 5).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1919202 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EAI_SGS_ME15	Callao	Monóxido de Carbono	Peter O. Warner, Ed. Española:1961, Cap. 3, Pág. 121-122.- Análisis de los Contaminantes del Aire. Orígenes y medida de los contaminantes inorgánicos del aire. Monóxido de Carbono. Método Colorimétrico Manual (Validado) 2016
EAI_SGS_ME27	Callao	Sulfuro de Hidrógeno	COVENIN 3571:2000-Calidad de Aire. Determinación de la concentración del Sulfuro de Hidrógeno (H2S) en la atmósfera. (Validado)2016

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/ve-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Fuente: Copia del documento original, 2019.