

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autora:

Bianca Luna Arrascue

<https://orcid.org/0009-0003-2750-3417>

Asesor:

Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález

<https://orcid.org/0000-0003-4885-0285>

Código N° 6050221

Moyobamba, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autora:
Bianca Luna Arrascue

Sustentado y aprobado el día 23 de agosto del 2023, por los siguientes jurados:



Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas
Luna



Secretaria de Jurado
Ing. M.Sc. Mirtha Felicitia Valverde
Vera



Vocal de Jurado
Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz
Visitación



Asesor
Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres
Bardález

Moyobamba, Perú

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS
CONDUCTENTES A TÍTULO PROFESIONAL N.º 016-2023-UNSM/EPIA/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 014 -2021-UNSM/CFT/FE, Moyobamba, 01 de febrero del 2021.

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A las 3:00 pm del día miércoles 23 de agosto del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021”** para optar el título profesional de Ingeniero en Ambiental, presentado por **Bianca Luna Arrascue**, con la asesoría del **Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera** (Secretario), **Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación** (Vocal) y acompañado por el **Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 049-2021-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 19 de marzo del 2021**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluando, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue... **QUINCE (15)**), tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA y correspondiente a la calificación de BUENO..... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N.º 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 17:00 horas, el mismo día 23 de agosto del 2023.

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Mirtha Felicit Valverde Vera
Secretario de Jurado

Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación
Vocal del Jurado

Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález
Asesor

Bianca Luna Arrascue
Autor

Declaratoria de autenticidad

Blanca Luna Arrascue, con DNI N° 71558682, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 23 de agosto del 2023.



.....
Blanca Luna Arrascue

DNI N° 71558682

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021</p>	<p>Área de investigación: Ciencia y tecnología ambiental Línea de investigación: Gestión Integral y Sostenible de los Recursos Naturales Sublínea de investigación: Contaminación del aire Grupo de investigación: Resolución N° 213-2022-UNSM/CFT/FE Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor:</p> <p>Bianca Luna Arrascue</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0009-0003-2750-3417</p>
<p>Asesor:</p> <p>Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-4885-0285</p>

Dedicatoria

A las personas más importantes en mi vida, mis padres Humberto y María, por el apoyo incondicional y consejos para hacer de mí una mejor persona.

A los mejores abuelitos que me pudo dar la vida, Gladith y Willy por sus sabios consejos y compañía a lo largo de mi corta edad.

A los docentes de mi alma máter, mi querida Facultad de Ecología – Moyobamba, por sus enseñanzas día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Bianca

Agradecimientos

Gracias a mis padres por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida, por enseñarme que con esfuerzo, dedicación, trabajo y constancia todo es posible y se consigue.

A mi asesor, Ing. Gerardo Cáceres Bardalez y el apoyo incondicional del Ingeniero Alfonso Rojas Bardález que sin sus conocimientos y ayuda no hubiese sido posible realizar este proyecto.

A todos ellos, mi infinito cariño y gratitud.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación	18
2.2. Fundamentos teóricos.....	20
2.2.1. La contaminación del aire.....	20
2.2.2. Monóxido de carbono	20
2.2.3. Parque automotor	21
2.2.4. Contaminación producida por el tráfico.....	23
2.2.5. Origen de las emisiones del escape de las unidades de transporte	23
2.2.6. Sensores de bajo costo	24
2.2.7. Sensores para calidad de aire	24
2.2.8. Sensores químicos para gases.....	25
2.2.9. Sensores piezoeléctricos.....	25
2.2.10. Sensores electroquímicos.....	25
2.2.11. Sensores ópticos	26
2.3. Definición de términos básicos.....	26
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Ámbito de la investigación.....	28
3.1.1.Contexto de la investigación.....	28
3.1.1.1. Ubicación política.....	28
3.1.1.2. Ubicación geográfica	28
3.1.2.Periodo de ejecución.....	28
3.1.3.Autorizaciones y permisos	28
3.1.4.Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	28
3.1.5.Aplicación de principios éticos internacionales.....	28

	10
3.2. Sistema de variables	28
3.2.1. Variables principales	28
3.3 Procedimientos de la investigación	29
3.3.2.1 Procedimiento de la medición mediante método automático	31
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 Descripción de las características ambientales que generan emisiones de monóxido de carbono en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo.....	33
4.2 Evaluación del estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono mediante método automático	34
4.3 Propuesta de alternativas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo.....	44
4.4 Discusión de resultados	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla 1 Parque vehicular a escala nacional, 2013 – 2021 (miles de vehículos).....	21
Tabla 2 Emisiones de contaminantes provenientes del parque automotor 2000-2025	22
Tabla 3 Nuevos enfoques de detección en el EPA 2013: taller de sensores de aire	24
Tabla 4 Descripción de variables por objetivo específico	29
Tabla 5 Coordenadas de puntos de muestreo.....	30
Tabla 6 Fechas de muestreo.....	31
Tabla 7 Características del analizador automático	32
Tabla 8 Características ambientales generadoras de emisiones de carbono.....	33
Tabla 9 Resultado de concentración de CO de la semana 1 a la semana 4 muestreo....	34
Tabla 10 Resultado de concentración de CO de la semana 5 a la semana 08 de muestreo	35
Tabla 11 Resultado de concentración de CO de la semana 9 a la semana 12 de muestreo	37
Tabla 12 Resultado de concentración de CO de la semana 13 a la semana 16 de muestreo	38
Tabla 13 Resumen general de promedios de concentración de monóxido de carbono...	43
Tabla 14 Puntos de monitoreo.....	46

Índice de figuras

Figura 1 Tasa de viaje por día según estrato socioeconómico 2012-2013	22
Figura 2 Promedios de monóxido de carbono del primer mes.....	39
Figura 3 Promedios de monóxido de carbono del segundo mes	40
Figura 4 Promedios de monóxido de carbono del tercer mes.....	41
Figura 5 Promedios de monóxido de carbono del cuarto mes.....	42

RESUMEN

Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021

La presente investigación se desarrolló en el ámbito de influencia de la zona urbana del distrito de la Banda de Shilcayo, cuyo objetivo principal fue “Determinar los niveles de concentración de monóxido de carbono usando método automático en la Banda de Shilcayo 2021”, usando como instrumento principal un analizador automático con el que fue posible determinar las concentraciones de CO, además se hizo uso de fichas de recolección de datos y un GPS para la ubicación de los puntos de muestreo, todos los cuales fueron de suma importancia y relevancia para dar cumplimiento a lo propuesto, asimismo, se hace la referencia que el desarrollo del trabajo se efectuó en periodo de covid-19; se determinaron un total de 10 puntos de muestreo que son las zonas más críticas en la ciudad, registrándose muestras durante 4 meses y siendo el periodo semanal de manera in situ, encontrándose como resultados que las mayores concentraciones de monóxido de carbono se registraron en las estaciones de venta de combustibles y la zona de paradero de automóviles, cuya mayor concentración promedio de los 4 meses fue de $296,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación de venta de combustibles 1, seguido de $294,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la zona de paradero de automóviles y $290,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación de venta de combustibles 2, demostrando con ello la gran influencia que tiene el alto y continuo tráfico vehicular, dado que las menores concentraciones promedios fueron en zonas donde no existe tráfico vehicular, existiendo solo volquetes, máquinas y equipos como emisores del gas estudiado, del mismo modo, ninguna de las concentraciones registradas superan los estándares de calidad pero que de igual forma resulta necesario tomar medidas de mitigación a fin de reducir las emisiones significativamente.

Palabras clave: Monóxido de carbono, métodos automáticos de medición, calidad del aire.

ABSTRACT

Determination of carbon monoxide concentration using automatic method, La Banda de Shilcayo, 2021

The present research was developed in the area of influence of the urban area of the district of La Banda de Shilcayo, having as main objective "To determine the levels of carbon monoxide concentration using automatic method in La Banda de Shilcayo 2021". The main instrument used was an automatic analyzer with which the CO concentrations could be determined, as well as the use of data collection cards and a GPS for the location of the sampling points, all of which were of great importance and relevance to achieve the proposed objective, in addition, it should be highlighted that the work was carried out during the covid-19 period. A total of 10 sampling points were determined, which are the most critical areas in the city, where samples were taken during 4 months and the weekly period was in situ. The results showed that the highest concentrations of carbon monoxide were recorded in the fuel stations and in the car stop area, where the highest average concentration for the four months was 296.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in fuel station 1, followed by 294.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in the car stop area and 290.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in fuel station 2. This shows the great influence of the high and continuous vehicular traffic, since the lowest average concentrations were in areas where there was no vehicular traffic, with only dump trucks, machinery and equipment emitting the gas. Similarly, none of the concentrations recorded exceed quality standards, but it is also necessary to take mitigation measures to significantly reduce emissions.

Keywords: Carbon monoxide, automatic measurement methods, air quality.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Con el rápido progreso tecnológico, se han creado dispositivos que utilizan principios de dispersión de luz para medir la concentración de partículas suspendidas. Además, existen dispositivos capaces de ofrecer información en tiempo real. Esto no solo proporciona un promedio diario de concentración de contaminantes, sino que también permite obtener un perfil detallado de su comportamiento a lo largo del día, identificando las horas en las que alcanza su nivel máximo. En última instancia, esta información se pone a disposición de los ciudadanos, permitiéndoles conocer su propia exposición.

Se refiere a estos dispositivos como sensores de bajo costo diseñados para supervisar la calidad del aire. En el ámbito comercial, se han introducido varios sensores de bajo costo (SBC) que abarcan diferentes rangos de concentración. Estos sensores ofrecen una alternativa más práctica en comparación con el monitoreo de alto volumen a través de estaciones, especialmente beneficiosos para ciudades en desarrollo que enfrentan desafíos similares a los que la Ciudad de México experimentó en la década de 1940 (SIMAT, 2018). Estos dispositivos incluyen sistemas de monitoreo de partículas (PST, PM10, PM2.5 y PM1.0), así como dispositivos que miden la concentración de gases (NOx, SOx, ozono, COVs, entre otros). Además, abarcan dispositivos para monitorear condiciones atmosféricas como la velocidad del viento, temperaturas, %HR, radiación UV, entre otros (Williams, Watkins y Long, 2014).

Rico (2018), estableció la viabilidad al momento de aplicar sensores de costos bajos para muestrear la calidad ambiental del aire y concluye que, la tecnología de SBC presentó limitaciones, pero es necesario para la concientización ambiental ya que ofrece datos en tiempo real, es por ello que se vuelve real y tangible para la población.

Córdova *et al.* (2018), demostró la factibilidad de utilizar sensores de bajo costo para evaluar la calidad del aire, y llegó a la conclusión de que, aunque la tecnología de SBC tiene sus limitaciones, es crucial para fomentar la conciencia ambiental al proporcionar datos en tiempo real. Por lo tanto, se vuelve accesible y concreta para la población.

En la actualidad, las principales urbes del país enfrentan un desafío significativo relacionado con el parque automotor. En gran medida, la mayoría de los vehículos en circulación no cumplen con los requisitos establecidos en las inspecciones técnicas, siendo una de las problemáticas destacadas la emisión de monóxido de carbono, a ello también se suma la instalación de nuevas industrias en las ciudades año tras año siendo muchas de estas que no cuentan con planes de control, prevención y mitigación ambiental.

Guillermo (1999), los impactos de la contaminación ambiental en los seres humanos y en la fauna son altamente perjudiciales. Las emisiones tóxicas provenientes de los motores de automóviles pueden provocar desde inconvenientes menores, como dolores de cabeza, disminución de la capacidad de reacción y concentración, pérdida de visibilidad, y ennegrecimiento de edificaciones y monumentos, hasta problemas graves de salud y enfermedades crónicas que afectan las vías respiratorias, los pulmones, el corazón, el sistema digestivo, el cerebro, entre otros

Guillermo (1999), dentro de la vasta tragedia ocasionada por la contaminación del aire, la tasa más alta de mortalidad afecta a los segmentos de la población más susceptibles: niños, ancianos y personas que sufren de trastornos broncopulmonares y cardíacos. Además, investigaciones y estudios rigurosos sugieren la influencia de los gases tóxicos en el desarrollo de enfermedades como el cáncer, la leucemia, así como malformaciones óseas y genéticas en el feto humano

Guillermo (1999), en el contexto peruano, la situación del control de emisiones tóxicas y la contaminación ambiental presenta un panorama alarmante. Un programa de monitoreo del aire llevado a cabo en el centro de Lima durante los primeros siete meses de este año revela datos preocupantes. De las 183 mediciones realizadas, 178 superaron los estándares recomendados en 1987 por la Organización Mundial de la Salud en relación con las partículas de menos de 10 micras (PM10), las cuales consisten en partículas finas que pueden ingresar fácilmente a los pulmones a través de las vías respiratorias.

En la última década, se registró un aumento del 63% en el número de vehículos en circulación en Perú, pasando de 1,3 millones a 2,2 millones de unidades según el "documento estadístico Parque Vehicular en la Comunidad Andina 2004-2013".

MINAM (2015), uno de los elementos que contribuyeron al incremento descontrolado de la importación de automóviles de segunda mano fue la orientación de las políticas gubernamentales durante la década de los noventa, especialmente en relación con los vehículos diésel, principalmente destinados a la prestación de servicios en el transporte público. En la actualidad, la entrada de vehículos usados se encuentra limitada debido a las nuevas medidas implementadas.

En ese sentido; la región San Martín, sus provincias y distritos no están exentos de la realidad problemática. El distrito de la Banda de Shilcayo, representado por la jurisdicción urbana, sostiene una alta concentración vehicular, visible ante la obstrucción del tráfico vehicular, lo cual, debido a los procesos de combustión en los motores, genera la emisión de gases contaminantes especialmente el monóxido de carbono originando así una alteración de nuestro medio ambiente, teniendo en cuenta que la actividad de transporte

es uno de los principales agentes que causan la contaminación del aire, siendo en su mayoría por unidades vehicular que han pasado su vida útil, generando la acumulación de gases tóxicos como el monóxido de carbono, que trae consigo daños a la salud de la población de la Banda de Shilcayo.

Es por ello, que la propuesta de determinar la concentración del monóxido de carbono usando método automático obedece a la preocupación particular de conocer la calidad ambiental del aire en el distrito de la Banda de Shilcayo. Por lo cual el presente trabajo tuvo como hipótesis evaluar si existe concentración de monóxido de carbono significativa usando el método automático en la Banda de Shilcayo 2021. El objetivo general es determinar los niveles de concentración de monóxido de carbono usando método automático en la Banda de Shilcayo 2021, para lo cual se plantea los siguientes objetivos específicos: Describir las características ambientales que generan emisiones de monóxido de carbono en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo, Evaluar el estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono mediante método automático y proponer alternativas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Nossa y Arias (2020), en su investigación: “Implementación red de sensores inalámbricos de bajo costo utilizando protocolo Lorawan aplicada al monitoreo de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno como indicadores de calidad de aire en exteriores”, la red estuvo conformada por dos nodos finales o prototipos compuestos en el eje central por un microcontrolador, sistema de alimentación con baterías recargables, módulo de comunicación LORAWAN y sensores. El costo del prototipo desarrollado tuvo un costo muy bajo en comparación con aparatos del mercado, muy aparte del bajo costo, permitió medir un mayor número de indicadores, lo que lo hace un prototipo de alta competitividad dentro del mercado. Concluyó que, las baterías empleadas tienen un tiempo de carga de 5 horas y duran 14 horas, además las mediciones con distintos contaminantes comprobaron el funcionamiento adecuado de redes de LORAWAN.

Rico (2018), en su investigación “Sensores de bajo costo para monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Hermosillo, Sonora”, estableció la viabilidad al momento de aplicar sensores de costos bajos para muestrear la calidad ambiental del aire. Concluyó que, la tecnología de SBC presentó limitaciones, pero es necesario para la concientización ambiental ya que ofrece datos en tiempo real, es por ello que se vuelve real y tangible para la población.

Córdova *et al.* (2018), en su investigación “Estimación cuantitativa y cálculo de emisiones ambientales (huella de carbono), en el terminal terrestre de la ciudad de Guaranda”, utilizó un dispositivo Bacharach ECA 450 para la evaluación de gases de efecto invernadero (GEI). Este instrumento contaba con la certificación de la Agencia de Protección Ambiental y permitió la cuantificación precisa de las emisiones gracias a su tecnología de microprocesadores y celdas electroquímicas, que facilitaron la medición directa de las emisiones en la fuente.

Nacional

Valdivia (2017), a través de su investigación Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado “El Arenal – Islay”, descubrió que los valores de los parámetros muestreados se mantuvieron por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos para el aire. Los niveles de PM10

registrados fueron de $17,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $3,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $13,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los puntos CA-01, CA-02 y CA-03, respectivamente, y no superaron el ECA de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ según el D.S. 074-2001-PCM. Además, los resultados para el dióxido de azufre y monóxido de carbono en los tres puntos de muestreo fueron inferiores a $13,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, cumpliendo con los estándares establecidos de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el primer gas y $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el segundo.

Olaya (2016), en su investigación, proporcionó al área administrativa del Parque de las Leyendas (PATPAL) una herramienta para mitigar los impactos ambientales generados por su operación, específicamente en relación con las emisiones de CO_2 eq. Para lograr este objetivo, calculó la huella de carbono (HC) correspondiente al año 2013 utilizando la "Metodología del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del WBCSD" y el WRI del 2005. El resultado obtenido fue una HC de 1065,60 toneladas CO_2 eq, donde el alcance 2 (energía eléctrica) contribuyó con el 56,03%, seguido por el alcance 3 (otras emisiones indirectas) con el 23,06%, y el alcance 1 (emisiones directas) con el 20,91%.

Se identificó que los alcances 1 y 2 presentaban mayores oportunidades de reducción, ya que las medidas para su mitigación estaban dentro del ámbito de las operaciones del PATPAL. Además, se determinó que el aporte del público visitante era significativo, representando el 99% de las emisiones y superando las emisiones de pequeñas áreas como Guam. Estos resultados llevaron a la consideración de la posibilidad de prohibir los parques zoológicos debido a los impactos ambientales significativos derivados de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el funcionamiento del parque.

Saldaña (2016), determinó en la ciudad de Iquitos que las principales redes viales presentaron una velocidad de circulación de vehículos relativamente baja, lo cual se sustenta en el análisis de velocidad desarrollado, encontrando una velocidad de circulación de $83,2 \text{ g}/\text{km}$ para vehículos mayores y $23,7 \text{ g}/\text{km}$ para vehículos menores; asimismo, determinó que el tipo de combustible, gasolina o diésel fue para vehículos mayores y menores el factor de emisión del gas de CO_2 , los valores fueron de 2,38 y 2,61 kg/L para vehículos con consumo de gasolina de 84/90 octanos y para los que consumían diésel, respectivamente; asimismo, la emisión de CO_2 y CO fue menor para vehículos mayores en relación a los vehículos menores, a pesar de un factor de emisión mayor ($83,2 \text{ g}/\text{km}$) para vehículos mayores a comparación del factor de emisión de vehículos menores ($23,7 \text{ g}/\text{km}$), lo cual se sustenta que hay un mayor uso de vehículos menores en la ciudad de Iquitos.

Local

Flores (2018), determinó un valor de $x= 896,17$ para motokar en horario de 12:00 – 1:00 pm en el punto N° 8 "Intersección Jirón San Martín con el Jirón Almirante Grau", seguido

de un promedio/hora de $x= 530,00$ para motos; en el punto N° 6 “Intersección Jirón Santo Toribio con el Jirón Ramón Castilla”, determinó una frecuencia promedio de motokares de $x=498,29$ al medio día; por otro lado, en el punto 2 N° 2 “Intersección Carretera Fernando Belaunde Terry con Jirón Raymondi” encontró mayor frecuencia de vehículos en horario de la mañana, con un valor promedio para motokares de $x= 496,18$ por hora, seguido de motos con un valor medio de $X= 190,71$; en tanto, en el punto N° 8 se determinaron los mayores valores de concentración de CO que fueron: 91,92, 97,06 y 93,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los tres turnos, respectivamente.

Velasquez (2021), en su investigación “Eficacia del modelo de sistemas de información geográfica en la evaluación de dispersión de monóxido de carbono del parque automotor urbano de la ciudad de Moyobamba” donde se aplicó métodos alternativos de medición como el sensor MQ – 7 y una placa ARDUINO UNO. El muestreo se dividió en 30 puntos, elegidos aleatoriamente y clasificadas dependiendo del flujo vehicular, siendo para el flujo vehicular alto un valor de 202,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el flujo medio fue 82,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en puntos de flujo vehicular bajo el valor fue de 40,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los mismos que no sobrepasan lo establecido por los ECAs para aire mencionados en la ley. Utilizó el sensor DHT-22, con el cual obtuvo una humedad relativa promedio de 80,03% y temperatura de 23,62 °C. En cuanto al comportamiento de la dispersión de CO teniendo en cuenta la velocidad del viento de 1,3 m/s y con dirección de 176°, se observó que los factores de carácter antrópico como las construcciones funcionan como barreras e influyen en la dispersión. Al utilizar sensores de bajo costo, la investigación se vuelve más accesible monetariamente, además de que los resultados se demuestran en tiempo real, sin necesidad de otros importes.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. La contaminación del aire

(Aránguez y otros, 2001), se refiere a la presencia en la atmósfera de materias o formas de energía que implican riesgo, molestia o daños hacia las personas y recursos naturales. Es así que la contaminación se clasifica a partir de su origen, ejemplo de ello, el carbono encontrado en los combustibles y el nitrógeno del aire, en la oxidación ocurrido en el proceso de combustión, lo que origina dióxido de carbono (gas intoxicante, pero con impactos indirectos sobre la naturaleza y la salud, contribuyendo al aumento del calentamiento global).

2.2.2. Monóxido de carbono

INECC (2018), el monóxido de carbono es un gas que carece de color, sabor y olor, y es químicamente inerte en condiciones normales. En concentraciones bajas, no presenta

ningún riesgo; no obstante, cuando sus niveles superan las pautas establecidas para este contaminante, puede tener consecuencias graves en el metabolismo respiratorio debido a la fuerte afinidad de la hemoglobina por este compuesto.

INECC (2018), las emisiones de monóxido de carbono (CO) en espacios cerrados pueden resultar en fatalidades debido a insuficiencia cardíaca o asfixia. La absorción de CO aumenta proporcionalmente con la concentración en el entorno, la prolongación del tiempo de exposición y el aumento de la actividad física. Incluso la exposición a niveles bajos de CO puede ser perjudicial para la salud, especialmente cuando las personas están bajo medicación, consumen bebidas alcohólicas o se encuentran en altitudes elevadas.

2.2.3. Parque automotor

Durante los últimos 10 años, hubo un incremento del 63% del parque vehicular en el Perú, pasando de 1,3 millones de vehículos a 2,2 millones de unidades vehiculares al último año, de acuerdo al “documento estadístico Parque Vehicular en la Comunidad Andina 2004-2013”.

Uno de los factores que propiciaron al aumento incontrolado de la importación de vehículos usados son las políticas de gobierno de los años noventa, particularmente sobre diésel, y mayormente para ejecutar servicios para el transporte público. A la fecha, el ingreso de vehículos usados está restringido por las nuevas medidas tomadas (MINAM, 2015).

Tabla 1

Parque vehicular a escala nacional, 2013 – 2021 (miles de vehículos)

País	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Perú	2 287	2 423	2 544	2 661	2 786	2 894	3 004	3 070	3 186
	875	696	133	719	101	327	308	704	730

Fuente: MTC, 2021.

MINAM (2015), en el año 2012, de acuerdo con la Encuesta Lima Cómo Vamos, se calculó que en Lima Metropolitana y el Callao se generaron aproximadamente 22,3 millones de viajes diarios. De este total, 16,9 millones correspondieron a desplazamientos en vehículos motorizados, mientras que los 5,4 millones restantes fueron peatonales. En consecuencia, se estimó una tasa de viajes diarios de 2,4 por persona. Al analizar estos datos según el estrato económico, se observa que, a mayores ingresos, se registran un mayor número de viajes.

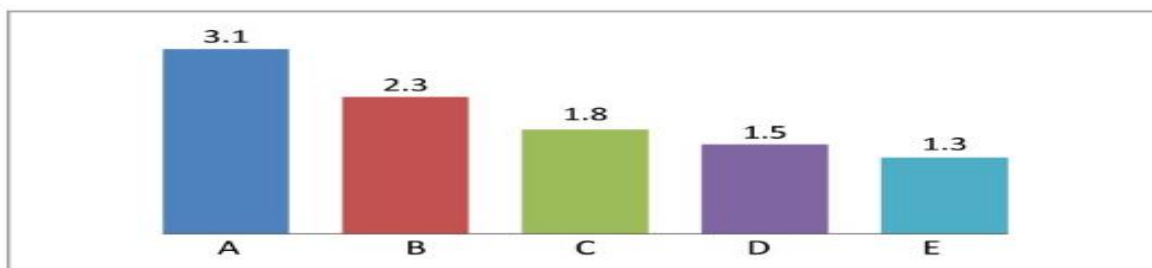


Figura 1

Tasa de viaje por día según estrato socioeconómico 2012-2013 (Fuente: MINAM 2015)

Se dispone de datos sobre el cálculo de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de los vehículos que transitan en la zona metropolitana de Lima-Callao. La estimación de estas emisiones se llevó a cabo considerando un total de 870,033 unidades.

Tabla 2

Emisiones de contaminantes provenientes del parque automotor 2000-2025

Años	CO	HC	NOx	PM ₁₀
2000	535 620	104 220	89 880	14 550
2001	562 930	108 360	94 460	15 290
2002	593 870	112 960	99 660	16 130
2003	629 480	118 180	105 640	17 090
2004	668 480	123 860	112 200	18 140
Proyecciones al...				
2005	668 510	127 000	115 560	18 720
2010	845 560	150 130	141 970	22 980
2015	1 053 550	180 080	176 940	28 660
2020	1 344 370	221 270	225 860	36 600
2025	1 715 580	273 230	288 280	46 730

Fuente: MINAM 2015

En lo que respecta a las emisiones de monóxido de carbono (CO), los vehículos que contribuyen con el porcentaje más alto son los automóviles, alcanzando un 83,79%, siendo que, dentro de este porcentaje, los "taxis" representan el 48,94%. En cuanto a los hidrocarburos, la situación es análoga, ya que la mayor proporción proviene de los automóviles, con un 72,97%, y de este porcentaje, los "taxis" contribuyen con un 40,71%.

MINAM (2015), en lo que respecta a los óxidos de nitrógeno y las partículas con diámetro menor a 10 micras, la principal fuente de emisión recae en los autobuses de transporte público y en las camionetas rurales utilizadas para este propósito.

2.2.4. Contaminación producida por el tráfico

(Wark et al, 2012), se ha determinado que el aumento del tráfico de vehículos resulta en contaminación, originada por la combustión deficiente de combustibles derivados del petróleo. La mala combustión en los motores de los vehículos produce sustancias contaminantes, siendo las más comunes los hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de nitrógeno (NO), dióxidos de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y las macropartículas. En cuanto a estas emisiones, en los países desarrollados, los transportes terrestres representan entre el 30 y el 90 % del total de la producción de estos gases contaminantes, mientras que en los países subdesarrollados este porcentaje aumenta, acercándose al 98 %.

2.2.5. Origen de las emisiones del escape de las unidades de transporte

- Motores a gasolina. Las gasolinas modernas consisten en combinaciones variables de parafinas, olefinas, naftalenos y compuestos aromáticos. La composición de estas mezclas puede diferir según la empresa y la ubicación geográfica. (DIGESA, 2007).
- Grados octánicos de gasolinas en el Perú. En el Perú, se elaboran las gasolinas combinando las de alto octanaje generadas en las instalaciones de craqueo catalítico de las refinerías de La Pampilla y Talara, con las gasolinas de Topping provenientes de las unidades de Destilación primaria de cada una de las refinerías presentes en el país (Pampillas, Talara, Conchán, Iquitos, El Milagro). Luego, se les añaden aditivos para obtener los combustibles que se ponen a la venta en el mercado (DIGESA, 2007).
- Gasolina regular 84Bh. Producida mediante la combinación de gasolina ligera de destilación primaria y gasolina proveniente del proceso de craqueo, a la cual se le incorpora plomo (Pb) en cantidades que no superan los 0,48 gramos por litro para lograr un índice de octanaje de 84. Presenta un color amarillo. (REPSOL, 2016)
- Gasolina súper 90 Sp. Producida a través de una combinación en mayor medida de gasolina generada por craqueo, complementada con gasolina de destilación primaria hasta alcanzar un índice de octanaje de 90 RON (Research Octane Number). No incluye plomo y presenta un tono violeta. Esta variedad de gasolina contribuye a la preservación del medio ambiente al no emitir residuos de plomo y al no contener gasolina reformada. (REPSOL, 2008)
- Gasolina Súper 95 Sp. Se elabora combinando cantidades cercanas de gasolina generada por craqueo con un índice de octanaje de 93 RON y gasolina reformada importada con un índice de octanaje de 98 RON. Carece de plomo y presenta un color azul. (REPSOL, 2016)

2.2.6. Sensores de bajo costo

La interpretación de sensores de bajo costo puede variar según el autor, especialmente en lo que se considera como un costo bajo. Estos sensores, como su nombre indica, son dispositivos sensoriales, pero se caracterizan por tener un precio asequible e inferior a un valor máximo, el cual puede oscilar entre los \$100,00 y los \$500,00 dólares (Williams, Watkins, & Long, 2014). En la siguiente tabla se detallan los principios en fase de desarrollo destinados a su implementación en SBC (Sistemas Basados en Sensores) para la monitorización de la calidad del aire.

Tabla 3

Nuevos enfoques de detección en el EPA 2013: taller de sensores de aire

Contaminación	Enfoques emergentes de lectura directa
Partículas	MEMS con una capa de carga de un resonador acústica miniaturización de dispersión de luz
	Sintonización de horquilla de cristal
	Oclusión de luz entre fibras ópticas
Gases	Oxido de metal
	Electroquímica (3 o 4 diente)
	Sintonización impresa de horquilla de cristal
	Nanotubos de carbono
	Semiconductores orgánicos
	Cromatografía de fases miniaturizados
	Electros un compuesto de polímero de nano fibras
Sensor infrarrojo no dispersivo miniaturizado	
	Colorimétrico

Nota: Se muestra los enfoques de detección presentados en el EPA 2013. Fuente: (Williams, Watkins, & Long, 2014).

Dado que la intención es reemplazar a las estaciones de monitoreo tradicionales, es esencial tener en cuenta los SBC (Sistemas Basados en Sensores) destinados a la medición de variables meteorológicas. Por esta razón, también se evaluarán durante la selección de los SBC que integrarán la unidad de monitoreo.

2.2.7. Sensores para calidad de aire

Los sensores diseñados para evaluar la calidad del aire abarcan aquellos destinados a la detección de gases (como SO_x, NO_x, O₃, VOC, entre otros), partículas suspendidas (PST, PM₁₀, PM_{2.5} y PM_{1.0}) y metales pesados (como Pb). La aparición de estos dispositivos se atribuye principalmente a la necesidad de supervisar la exposición del personal en instalaciones donde se generan estas sustancias. Por esta razón, hay numerosos sensores

de bajo costo disponibles en el mercado para la medición de la calidad del aire en entornos interiores (Luna y Talavera, 2017)

2.2.8. Sensores químicos para gases

Definiendo un sensor químico como un "instrumento analítico capaz de identificar de manera continua y reversible sustancias químicas específicas, consta de un transductor conectado a una fase químicamente selectiva o de reconocimiento" (Zine, 2004)

Es factible categorizar estos sensores en tres tipos según la información química que generan y las características de sus transductores: electroquímicos, piezoeléctricos y ópticos (Escalona et al. 2012).

2.2.9. Sensores piezoeléctricos

"Se basan en micro-gravimetría, que implica la medición de variaciones de masa que surgen como una consecuencia de la interacción de especies químicas con el sensor. Su estructura comprende un material piezoeléctrico sujeto a oscilación" (Fernández, 2018).

2.2.10. Sensores electroquímicos

"Los sensores electroquímicos se dividen en categorías potenciométricas, voltimétricas y conductimétricas. El modo en que operan está principalmente determinado por el principio físico que rige su clasificación" (Escalona, Manganiello, López, & Vega, 2012).

a) Potenciométricos: Recopilan información significativa basada en la relación clara entre el potencial de un electrodo indicador o contador y la concentración de la sustancia de interés. Debido a la imposibilidad de medir el potencial de una sola fase, se incorpora un segundo electrodo, conocido como electrodo de referencia, que permite registrar la diferencia de potencial entre el electrodo indicador y el de referencia.

b) Estos sensores pueden subdividirse según el tipo de electrodo que emplean en dos categorías:

- Sensores que utilizan electrodos selectivos de iones, conocidos como ISE (Ion Selective Electrodes en inglés).
- Sensores basados en transistores de efecto de campo (Escalona et al. 2012).

c) Voltimétricos: Se basan en la evaluación de la relación entre corriente y voltaje, aplicando un potencial al sensor y registrando una corriente proporcional a la especie electroactiva de interés. Un ejemplo específico de este tipo de sensor es el amperométrico, en el que se mantiene constante el voltaje aplicado. Estos sensores funcionan al interactuar con el compuesto que se desea medir, en este caso, un gas, generando una señal eléctrica proporcional a la concentración del gas. (Escalona et al. 2012).

d) Conductimétricos: Se vinculan con la evaluación de la conductividad a diversas frecuencias y se basan en las alteraciones en la conductividad eléctrica de una capa o la mayor parte de un material, provocadas por la presencia del compuesto de interés (Escalona et al. 2012).

2.2.11. Sensores ópticos

Escalona et al. 2012, se fundamentan en la detección de un haz de luz u otras ondas electromagnéticas mientras interactúan con las especies químicas que se buscan identificar. El ámbito de los sensores ópticos para la detección de gases, existen numerosos principios físicos y disposiciones, así como diversos métodos para la detección de señales, que incluyen detectores infrarrojos (operan con señales en el espectro infrarrojo) y fotoionización (que detecta señales en el espectro ultravioleta).

2.2.12. Método automático de medición de contaminantes atmosféricos

Los equipos automáticos, se usan para medir la concentración de contaminantes gaseosos, los cuales se basan en las propiedades químicas y/o físicas de los mismos. En el caso de partículas se usan para medir la concentración de partículas suspendidas. Entre sus ventajas se tiene que brindan datos en tiempo real, tienen una alta resolución, se puede medir máximos y mínimos y son adecuados para establecer alertas ante episodios desfavorables de contaminación. Como desventaja principal es que requieren calibración constante.

2.3. Definición de términos básicos

- **Concentración de contaminantes:** La cantidad de contaminantes presentes en un volumen específico. Esta medida puede expresarse en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cmol/mol (porcentaje), $\mu\text{mol}/\text{mol}$ (partes por millón), y nmol/mol (partes por mil millones) según lo establecido por la norma NMX-Z-055-IMNC-2009 (SEMARNAT-156, 2012).
- **Congestión vehicular:** Acumulación excesiva de vehículos en una determinada área o vía de tráfico, lo que resulta en una disminución significativa de la velocidad de movimiento y una capacidad reducida para el flujo de tráfico.
- **Contaminantes antropogénicos:** Los contaminantes liberados debido a las acciones humanas son principalmente consecuencia de la combustión de combustibles fósiles. (INE (1), 2018).

- **Contaminantes naturales:** Pueden ser liberados de forma natural a través de procesos como la erosión del suelo, la degradación de materia orgánica, incendios forestales y actividades volcánicas, entre otros. (INE (1), 2018).
- **Contaminantes primarios:** Se refieren a los contaminantes liberados de manera directa, ya sea originados naturalmente o como resultado de actividades humanas (por ejemplo, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno). (INE (1), 2018).
- **Contaminantes secundarios:** Son contaminantes generados a través de reacciones químicas entre contaminantes primarios y otros elementos presentes en el aire (por ejemplo, el ozono, que se forma a partir de la reacción entre el dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles). (INE (1), 2018).
- **Emisión de contaminantes:** se refiere a los desechos liberados por las actividades humanas, ya sea de origen industrial o doméstico, que tienen impactos negativos en el medio ambiente. (Pérez et al, 2009).
- **Inmisiones:** La persistencia de compuestos, ya sea de manera constante o temporal, en la atmósfera al nivel del suelo.
- **Mitigación al cambio climático:** Acciones tomadas a cabo por los seres humanos con el propósito de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero o mejorar los sumideros (procesos, actividades o mecanismos que eliminan estos gases de la atmósfera), con el objetivo de restringir el cambio climático en el futuro (El Peruano, 2018).
- **Óxidos de carbono (CO₂ y CO):** Resultado de la quema del combustible, ya sea de manera completa o incompleta (Hexter et al, 1971).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

3.1.1.1. Ubicación política

- País : Perú
- Región : San Martín
- Provincia : San Martín
- Distrito : Banda de Shilcayo

3.1.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas geográficas de la Banda de Shilcayo

- Latitud : -6.49056
- Longitud : 76.3544
- Coordenadas : 6° 29' 26" Sur, 76° 21' 16" Oeste

3.1.2. Periodo de ejecución

La investigación se desarrolló desde el 19 de marzo del 2021 al 18 de noviembre del 2021, de acuerdo con la Resolución 049-2021-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 19 de marzo del 2021.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

No aplica

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

No aplica

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

En el desarrollo de la investigación se practicaron principios éticos de confidencialidad, integridad y transparencia.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

La investigación es univariable

Variable = Niveles de concentración de monóxido de carbono

Tabla 4*Descripción de variables por objetivo específico*

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Objetivo específico Nº 1: Describir las características ambientales que generan emisiones de monóxido de carbono en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo.			
Características ambientales	Aspectos del medio físico que caracterizan el ámbito de estudio	Ficha de toma datos	global
Objetivo específico Nº 2: Evaluar el estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono mediante la medición con procedimientos alternativo de bajo costo			
Concentración de monóxido de carbono	Gas emitido y presente en la atmósfera de la Banda de Shilcayo	Ficha de toma datos	ug/m ³
Objetivo específico Nº 3: Proponer alternativas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo			
Alternativas de mitigación	Acciones para contrarrestar los efectos de la presencia del monóxido de carbono	Ficha de toma de datos	Global

3.3 Procedimientos de la investigación**3.3.1 Describir las características ambientales que generan emisiones de monóxido de carbono en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo.**

Para la descripción de las características ambientales, en cuanto a actividades generadoras de monóxido de carbono, inicialmente se tuvo que identificar las fuentes de emisión los cuales fueron georeferenciados para su fácil ubicación. De los lugares seleccionados se tomo en consideración un radio de 100 m para esta actividad se tomó en cuenta la fuente de generación de CO, el tipo de fuente y la correspondiente descripción de la característica ambientales de cada punto.

Tabla 5*Coordenadas de puntos de muestreo*

Punto de muestreo	Coordenada UTM WGS 84	
	X	Y
Planta Termoeléctrica	349976,47	9282182,53
Estación de venta de combustibles 1	350064,24	9282258,81
Estación de venta de combustibles 2	350077,25	9281896,14
Estación de venta de combustibles 3	350200,70	9281583,54
Zona de paradero de automóviles	350253,33	9281437,57
Estación de venta de combustibles 4	350316,95	9281329,07
Estación de venta de combustibles 5	351023,66	9280363,08
Planta de premezclado de material de concreto	352010,97	9282145,49
Planta chancadora de piedras	352117,57	9282087,10
Estación de venta de combustibles 6	349400,60	9280190,23

Nota: Se muestra las coordenadas de puntos de muestreo

El criterio tomado en cuenta para la selección de los puntos críticos obedece a la representatividad que confiere el hecho del desarrollo de actividades en las cuales se encuentran procesos de combustión.

La metodología utilizada fue la observación insitu en campo, para lo cual se utilizó una ficha de registro de datos (Ver anexo 3) para describir las fuentes de generación de CO como son la planta termoeléctrica, las estaciones de venta de combustible N° 1, 2, 3, 4, 5,6, la zona de paradero de automóviles, la planta de premezclado de material de concreto y la planta chancadora de piedras, también se describió el tipo de fuente de cada uno y en base a ello se describió los diversos procesos y/o actividades que se desarrollan en cada fuente de generación de CO.

3.3.2 Evaluación del estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono mediante el método automático

La evaluación de la concentración de monóxido de carbono se llevó a cabo de manera directa y en el lugar, empleando un dispositivo de medición de la marca PC INSTRUMENTS, modelo PCE FWS20N (método automático). Este instrumento se utilizó para recopilar muestras de monóxido de carbono en distintos puntos de muestreo en la ciudad, y los datos fueron registrados en una ficha de recolección de datos (Ver anexo 2). La frecuencia de recopilación de datos fue semanal a lo largo de un periodo de cuatro meses.

3.3.2.1 Procedimiento de la medición mediante método automático

Antes de realizar las mediciones nos aseguramos que el dispositivo de medición de la marca PC INSTRUMENTS, modelo PCE FWS20N se encuentre debidamente calibrado (Ver anexo 05) de este modo nos va a ofrecer lecturas exactas y fiables, seguidamente nos ubicamos en los 10 puntos críticos para la toma de muestras in situ seleccionando la opción de muestreo de monóxido de carbono dando así inicio al proceso de análisis en tiempo real, este monitoreo se llevo a cabo de manera continua durante los meses de julio a octubre del 2021 con una frecuencia de una vez cada semana, posteriormente, se registró y almacenó la información obtenida para que finalmente sea procesada.

Las fechas consideradas para el muestreo fueron según lo siguiente:

Tabla 6

Fechas de muestreo

Semana	Fecha
1	03-07-21
2	10-07-21
3	17-07-21
4	24-07-21
5	31-07-21
6	07-08-21
7	14-08-21
8	21-08-21
9	28-08-21
10	04-09-21
11	11-09-21
12	18-09-21
13	25-09-21
14	02-10-21
15	09-10-21
16	16-10-21

Se realizó toma de muestras utilizando la metodología de medición directa, haciendo uso del equipo automático, en los diferentes puntos establecidos en la ciudad, durante los meses de julio a octubre del 2021 con una frecuencia de una vez cada semana, los datos obtenidos del gas estudiado fueron registrados en una ficha de recolección de datos y posteriormente fueron procesados y analizados en software Microsoft Excel y posterior a ello, con los datos obtenidos se comparó con los estándares de calidad ambiental para aire a fin de evaluar el grado de contaminación o estado ambiental por las fuentes emisoras de monóxido de carbono previamente identificadas y descritas.

Tabla 7*Características del analizador automático*

Marca	PCE INSTRUMENTS
Modelo	PCE -FWS20N

El método automático, utilizado para medición de contaminantes atmosféricos, nos permitió hacer mediciones en forma continua, según la frecuencia establecida. Asimismo, el espectro de contaminantes que se pueden medir son varios, para lo cual en esta investigación se utilizó para hacer mediciones del monóxido de carbono.

Con los datos recolectados se hizo el procesamiento correspondiente haciendo uso de la estadística descriptiva para sacar el promedio de los datos de monóxido de carbono por cada punto de muestreo y luego representarlo en tablas y figuras.

3.3.3 Propuesta de alternativas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo

Para el desarrollo de este objetivo se tuvo en consideración los resultados de los dos primeros objetivos propuestos en la investigación, teniendo conocimiento el estado actual ambiental de la concentración de monóxido de carbono y de las características ambientales que generan las emisiones, fue posible proponer el tipo de alternativa correcto para dar solución a cada problemática que se haya identificado, lo cual resulta ser de suma importancia y relevancia.

El procesamiento de los datos se realizó mediante estadística básica para determinar el promedio de los datos recolectados en campo.

El análisis de datos se realizó mediante figuras y tablas, para verificar la tendencia y proyección de los datos.

Los resultados obtenidos mediante la operación de los cálculos respectivos se compararon con los estándares de calidad ambiental para aire.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de las características ambientales que generan emisiones de monóxido de carbono en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo

Tabla 8

Características ambientales generadoras de emisiones de carbono

Fuente de generación de CO	Tipo de fuente	Descripción de la característica ambiental
Planta Termoeléctrica	Puntual	Los diversos procesos y/o actividades que se desarrollan en la planta generan gases contaminantes que son emitidos a través del conducto emisor (chimenea), siendo el CO uno de los principales gases que se emiten y que este además en la zona se da por la presencia del flujo vehicular.
Venta de combustibles	Puntual	Uno de los lugares donde se concentran vehículos durante todo el día, suelen ser los grifos, por lo cual representan una fuente de emisión de CO siendo mucho mayor la concentración en aquellos donde existe mayor afluencia vehicular, del mismo modo, influyen en las concentraciones de monóxido de carbono el flujo vehicular de las calles cercanas a este tipo de fuentes, siendo mucho mayor en algunas zonas dado a una mayor congestión vehicular.
Paradero de automóviles	Móvil	Continuamente y durante el horario diurno existe un alto tránsito en la zona donde se ubican los paraderos en el distrito, por lo cual esta zona se convierte en una de las fuentes emisoras de monóxido de carbono, influyendo en ello la circulación de vehículos en la carretera que se encuentra al frente de los paraderos.
Flujo vehicular	Móvil	Una de las principales fuentes de emisión de CO en el distrito de la Banda de Shilcayo dado a la combustión incompleta de los combustibles, habiendo una concentración mucho mayor de este gas contaminante en las zonas donde existen mayor y constante flujo vehicular.

Planta de premezclado de material de concreto	Puntual	El desarrollo de actividades haciendo el uso de maquinarias, equipos y vehículos en este tipo de plantas, genera emisiones de monóxido de carbono, preciso mencionar que estas actividades dentro del ámbito del distrito son principalmente desarrolladas en zonas un poco alejadas de poblaciones.
Planta chancadora de piedras	Puntual	Con características similares a la anterior fuente descrita, dado a que para el desarrollo de esta actividad también se emplean las maquinarias, equipos y vehículos, que general la emisión de CO, encontrándose en los alrededores de esta área vegetación, a diferencia de las otras fuentes donde en la zona de influencia existen poblaciones.

Nota: Se muestra las fuentes de generación de CO, el tipo de fuente y la descripción de la característica ambiental

4.2 Evaluación del estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono mediante método automático

- Resultados de estado ambiental de concentración de monóxido de carbono en el mes de julio

Tabla 9

Resultado de concentración de CO de la semana 1 a la semana 4 muestreo

Punto de muestreo	PRIMER MES			
	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Planta Termoeléctrica	102,5	114,7	99,6	137,9
Estación de venta de combustibles 1	298,2	305,9	280,4	298,6
Estación de venta de combustibles 2	266,0	250,4	291,7	309,7
Estación de venta de combustibles 3	231,4	272,2	250,1	280,4
Zona de paradero de automóviles	325,2	300,8	288,0	295,0
Estación de venta de combustibles 4	180,7	215,5	209,3	242,3
Estación de venta de combustibles 5	259,8	269,0	248,6	260,1
Planta de premezclado de material de concreto	64,2	72,5	55,0	80,2
Planta chancadora de piedras	90,0	88,9	102,3	110,5
Estación de venta de combustibles 6	205,5	228,0	210,9	235,6

Nota: Se muestra los puntos de muestreo y sus concentraciones de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), de las 04 semanas del primer mes.

De los resultados del muestreo en campo se obtuvo que en la semana 01, la mayor cantidad de CO se registró en la zona de paradero de automóviles ($325,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido de la zona de venta de combustibles 1 ($298,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron en la planta de premezclado de material de concreto ($64,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($90,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En cuanto a la semana 02, se registró una mayor presencia de CO en la estación de venta de combustible 1 ($305,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y el segundo mayor registro fue en la zona de paradero de automóviles ($300,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron en la planta de premezclado de material de concreto ($72,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($88,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Así mismo en la semana 03 se registró un mayor contenido CO en la estación de venta de combustibles 2 ($291,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) del mismo modo el segundo mayor registro fue en la zona de paradero de automóviles ($288,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron en la planta de premezclado de material de concreto ($55,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($102,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Finalmente, en la semana 04 se registró un mayor registro de monóxido de carbono en la estación de venta de combustibles 2 ($309,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 1 ($298,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron en la planta de premezclado de material de concreto ($80,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($110,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Resultados de estado ambiental de concentración de monóxido de carbono en el mes de agosto**

Tabla 10

Resultado de concentración de CO de la semana 5 a la semana 08 de muestreo

SEGUNDO MES				
Punto de muestreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 05	Semana 06	Semana 07	Semana 08
Planta Termoeléctrica	89,8	121,4	109,1	98,4
Estación de venta de combustibles 1	310,4	282,9	315,6	291,6
Estación de venta de combustibles 2	286,0	290,1	303,4	296,3
Estación de venta de combustibles 3	254,7	269,7	278,8	270,0
Zona de paradero de automóviles	286,6	296,4	286,0	311,2
Estación de venta de combustibles 4	207,1	240,0	232,3	255,1
Estación de venta de combustibles 5	235,5	244,9	272,1	260,5
Planta de premezclado de material de concreto	76,2	60,2	87,5	66,0
Planta chancadora de piedras	80,0	92,5	95,0	89,7
Estación de venta de combustibles 6	224,9	239,6	218,7	242,0

Nota: Se muestra los puntos de muestreo y sus concentraciones de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), de las 04 semanas del segundo mes.

De los resultados del muestreo en campo se obtuvo que en la semana 05, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la estación de venta de combustibles 1 ($310,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en zona de paradero de automóviles ($286,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las cuatro primeras semanas de muestreo en la planta de premezclado de material de concreto ($76,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($80,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

En la semana 06, se obtuvo un mayor registro de monóxido de carbono en la zona de paradero de automóviles ($296,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 2 ($298,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo en la planta de premezclado de material de concreto ($60,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($92,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

En la semana 07, se obtuvo un mayor registro de monóxido de carbono en la estación de venta de combustibles 1 ($315,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 2 ($303,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo en la planta de premezclado de material de concreto ($87,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($95,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 08, se obtuvo un mayor registro de monóxido de carbono en la zona de paradero de automóviles ($311,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 2 ($296,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo en la planta de premezclado de material de concreto ($66,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($89,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Resultados de estado ambiental de concentración de monóxido de carbono en el mes de setiembre**

Tabla 11*Resultado de concentración de CO de la semana 9 a la semana 12 de muestreo*

TERCER MES				
Punto de muestreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 09	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Planta Termoeléctrica	110,7	94,0	121,3	134,8
Estación de venta de combustibles 1	289,2	296,2	275,1	292,1
Estación de venta de combustibles 2	293,0	305,5	282,4	287,2
Estación de venta de combustibles 3	272,6	288,4	269,0	272,9
Zona de paradero de automóviles	284,4	295,0	301,2	285,0
Estación de venta de combustibles 4	250,5	241,6	262,7	266,5
Estación de venta de combustibles 5	242,8	264,7	256,8	245,2
Planta de premezclado de material de concreto	57,0	70,5	64,2	58,8
Planta chancadora de piedras	78,3	86,7	91,5	83,1
Estación de venta de combustibles 6	235,2	248,2	220,7	209,4

Nota: Se muestra los puntos de muestreo y sus concentraciones de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), de las 04 semanas del tercer mes

De los resultados del muestreo en campo, se determinó que en la semana 09, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la estación de venta de combustibles 2 (293,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 1 (289,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo en la planta de premezclado de material de concreto (57,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras (78,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 10 el mayor registro de monóxido de carbono fue también al igual que la anterior semana en la estación de venta de combustibles 2 (305,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 1 (296,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto (70,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras (86,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 11, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la zona de paradero de automóviles (301,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 2 (282,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de

monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto ($64,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($91,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 12, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la estación de venta de combustibles 1 ($292,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 2 ($287,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto ($58,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($83,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Resultados de estado ambiental de concentración de monóxido de carbono en el mes de octubre**

Tabla 12

Resultado de concentración de CO de la semana 13 a la semana 16 de muestreo

Punto de muestreo	CUARTO MES			
	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
Planta Termoeléctrica	130,4	116,0	112,8	96,0
Estación de venta de combustibles 1	312,7	293,7	290,1	307,2
Estación de venta de combustibles 2	290,4	296,3	296,0	295,0
Estación de venta de combustibles 3	301,5	279,2	282,3	288,1
Zona de paradero de automóviles	285,6	290,5	286,4	294,5
Estación de venta de combustibles 4	266,3	256,9	249,0	262,8
Estación de venta de combustibles 5	259,0	234,8	260,2	257,0
Planta de premezclado de material de concreto	68,2	49,4	60,1	68,8
Planta chancadora de piedras	84,9	90,3	102,7	80,9
Estación de venta de combustibles 6	253,1	230,9	248,9	228,4

Nota: Se muestra los puntos de muestreo y sus concentraciones de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), de las 04 semanas del cuarto mes.

De los resultados del muestreo en campo, se determinó que en la semana 13, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la estación de venta de combustibles 1 ($312,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 3 ($301,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto ($68,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($84,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 14, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la estación de venta de combustibles 2 ($296,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 1 ($293,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto ($49,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($90,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 15, el mayor registro de monóxido de carbono al igual que en la anterior semana fue en la estación de venta de combustibles 2 ($296,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue también en la estación de venta de combustibles 1 ($290,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto ($60,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($102,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la semana 16, el mayor registro de monóxido de carbono fue en la estación de venta de combustibles 1 ($307,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), del mismo modo el segundo mayor registro fue en la estación de venta de combustibles 2 ($295,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en tanto los menores niveles de monóxido de carbono se registraron al igual que en las anteriores semanas de muestreo, en la planta de premezclado de material de concreto ($68,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($80,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Comparación de promedios mensuales de monóxido de carbono con ECA para aire**

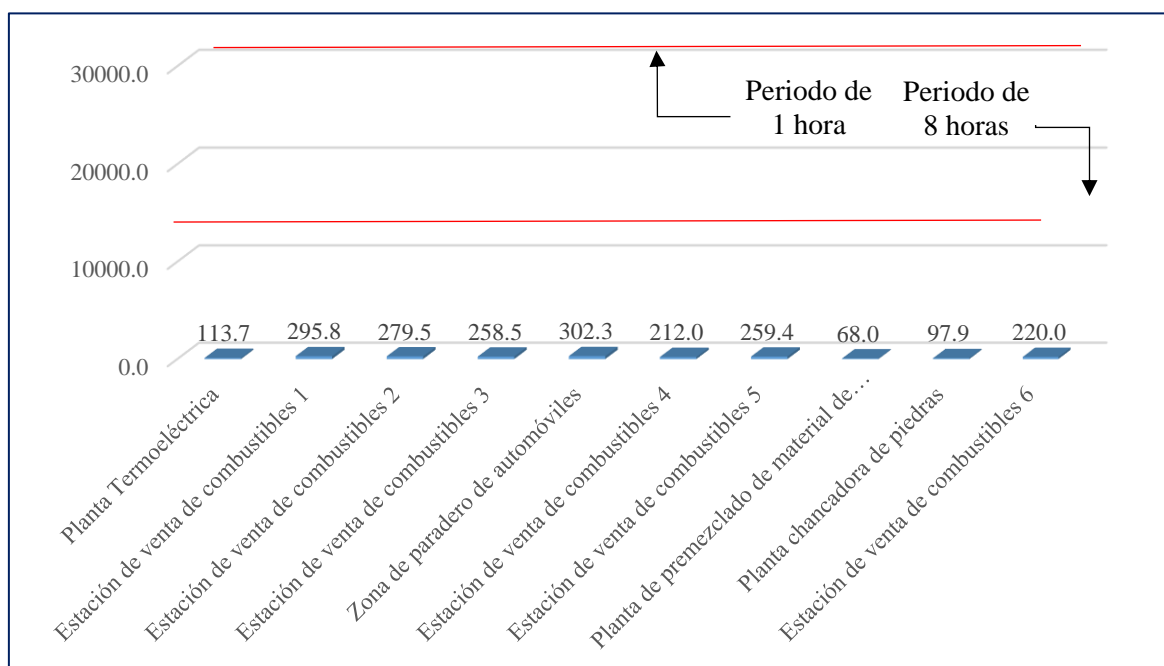


Figura 2
Promedios de monóxido de carbono del primer mes

De las cuatro semanas correspondientes al primer mes de muestreo de monóxido de carbono, se obtuvieron los promedios en cada uno de los 10 puntos de monitoreo, encontrándose que la mayor concentración promedio de CO se registró en la zona de paradero de automóviles (302,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido de la estación de venta de combustibles 1 (295,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y 2 (279,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en ambas zonas estas concentraciones que son mayores a las demás, se debe a que existe una mayor circulación de todo tipo de vehículos y que ello es de manera continua y durante todo el día, incrementando los niveles de concentración de este gas ocasionado principalmente por la combustión incompleta, en tanto, los menores niveles promedios de CO se registraron en zonas donde no existe circulación constante de vehículos, solo un número mínimo de máquinas y volquetes que desarrollan la actividad, siendo las concentraciones promedios menores en la planta de premezclado de material de concreto (68,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras (97,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mucho mayor en este última dado a que hay un mayor número de maquinarias, volquetes y equipos trabajando un mayor número de horas al día. En ningún punto de monitoreo durante el primer mes fue posible determinar un exceso con respecto a los estándares de calidad ambiental, encontrándose todas las concentraciones ampliamente por debajo de lo establecido por la normativa ambiental.

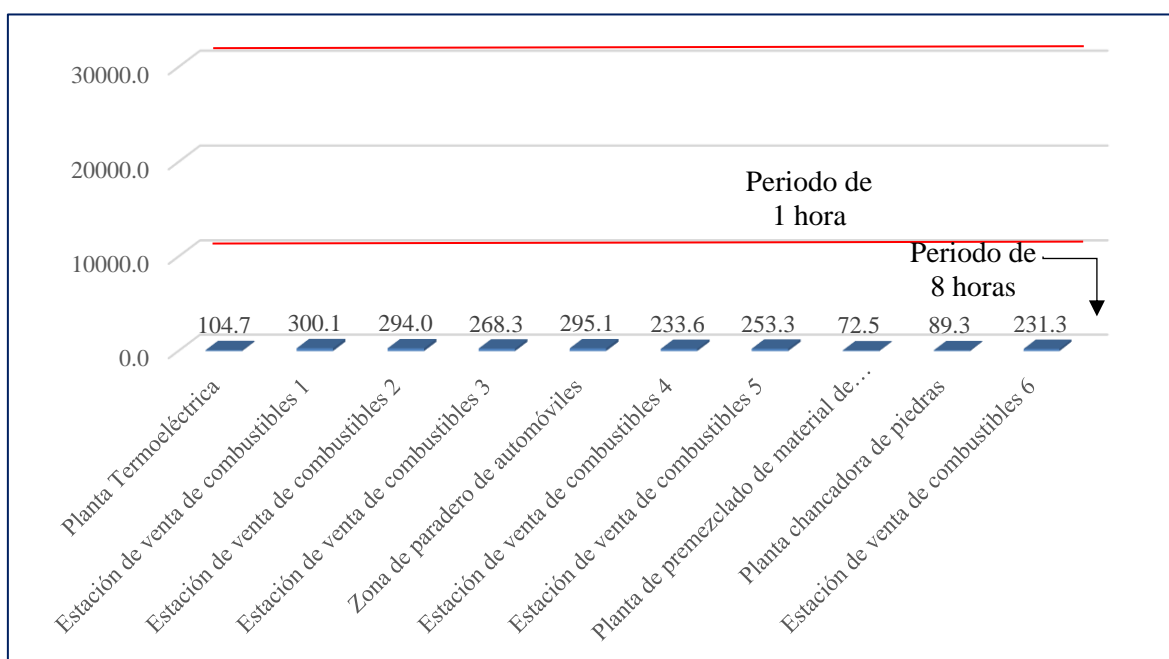


Figura 3

Promedios de monóxido de carbono del segundo mes

De las cuatro semanas correspondientes al segundo mes de muestreo de monóxido de carbono, se obtuvieron los promedios en cada uno de los 10 puntos de monitoreo, encontrándose que la mayor concentración promedio de CO se registró en la estación de

venta de combustibles 1 ($300,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido de la zona de paradero de automóviles ($295,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la estación de venta de combustibles 2 ($294,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en ambas zonas estas concentraciones que son mayores a las demás, se debe a que existe una mayor circulación de todo tipo de vehículos y que ello es de manera continua y durante todo el día, incrementando los niveles de concentración de este gas ocasionado principalmente por la combustión incompleta, en tanto, los menores niveles promedios de CO se registraron también al igual que durante el primer mes en zonas donde no existe circulación constante de vehículos, solo un número mínimo de máquinas y volquetes que desarrollan la actividad, siendo las concentraciones promedios menores en la planta de premezclado de material de concreto ($68,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($97,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mucho mayor en este última dado a que hay un mayor número de maquinarias, volquetes y equipos trabajando un mayor número de horas al día. En ningún punto de monitoreo durante el segundo mes fue posible determinar un exceso con respecto a los estándares de calidad ambiental, encontrándose todas las concentraciones ampliamente por debajo de lo establecido por la normativa ambiental.

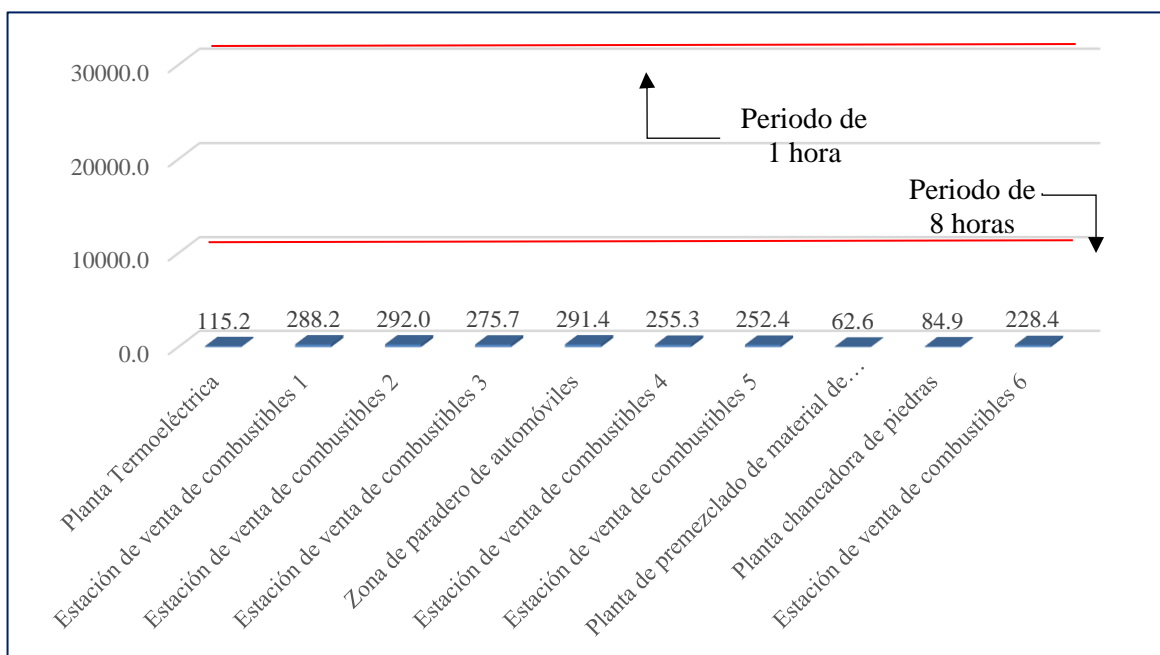


Figura 4

Promedios de monóxido de carbono del tercer mes

De las cuatro semanas correspondientes al tercer mes de muestreo de monóxido de carbono, se obtuvieron los promedios en cada uno de los 10 puntos de monitoreo, encontrándose que la mayor concentración promedio de CO se registró también al igual que en el primer y segundo mes en la estación de venta de combustibles 2 ($292,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$),

seguido de la zona de paradero de automóviles ($291,4\mu\text{g}/\text{m}^3$) y la estación de venta de combustibles 1 ($288,2\mu\text{g}/\text{m}^3$), en ambas zonas estas concentraciones que son mayores a las demás, se debe a que existe una mayor circulación de todo tipo de vehículos y que ello es de manera continua y durante todo el día, incrementando los niveles de concentración de este gas ocasionado principalmente por la combustión incompleta, en tanto, los menores niveles promedios de CO se registraron también al igual que durante los dos primeros meses en zonas donde no existe circulación constante de vehículos, solo un número mínimo de máquinas y volquetes que desarrollan la actividad, siendo la concentración promedio en la planta de premezclado de material de concreto ($62,6\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($84,9\mu\text{g}/\text{m}^3$), mucho mayor en esta última dado a que hay un mayor número de maquinarias, volquetes y equipos trabajando un mayor número de horas al día. En ningún punto de monitoreo durante el tercer mes fue posible determinar un exceso con respecto a los estándares de calidad ambiental, encontrándose todas las concentraciones ampliamente por debajo de lo establecido por la normativa ambiental.

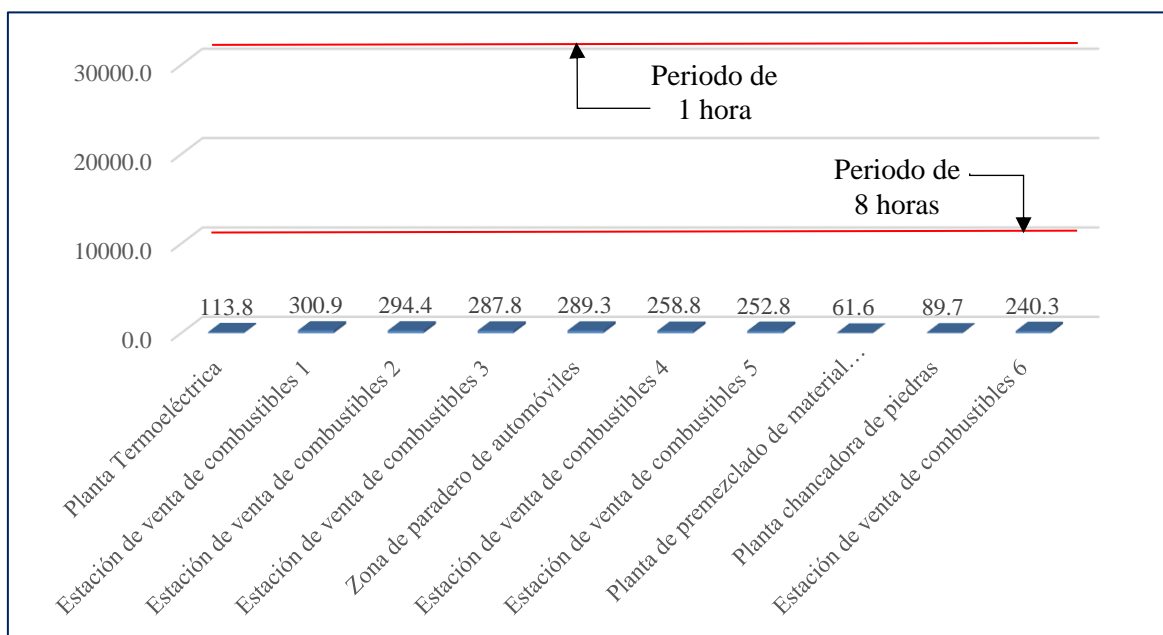


Figura 5
Promedios de monóxido de carbono del cuarto mes

De las cuatro semanas correspondientes al cuarto mes de muestreo de monóxido de carbono, se obtuvieron los promedios en cada uno de los 10 puntos de monitoreo, encontrándose que la mayor concentración promedio de CO se registró también al igual que en los anteriores meses en la estación de venta de combustibles 1 ($300,9\mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido de la estación de venta de combustibles 2 ($294,4\mu\text{g}/\text{m}^3$) y de la zona de paradero de automóviles ($289,3\mu\text{g}/\text{m}^3$), en ambas zonas estas concentraciones que son mayores a

las demás, se debe a que existe una mayor circulación de todo tipo de vehículos y que ello es de manera continua y durante todo el día, incrementando los niveles de concentración de este gas ocasionado principalmente por la combustión incompleta, en tanto, los menores niveles promedios de CO se registraron también al igual que durante los anteriores meses en zonas donde no existe circulación constante de vehículos, solo un número mínimo de máquinas y volquetes que desarrollan la actividad, siendo la concentración promedio en la planta de premezclado de material de concreto ($61,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la planta chancadora de piedras ($89,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mucho mayor en esta última dado a que hay un mayor número de maquinarias, volquetes y equipos trabajando un mayor número de horas al día. En ningún punto de monitoreo durante el cuarto mes fue posible determinar un exceso con respecto a los estándares de calidad ambiental, encontrándose todas las concentraciones ampliamente por debajo de lo establecido por la normativa ambiental.

Tabla 13

Resumen general de promedios de concentración de monóxido de carbono

Punto de muestreo	Promedio de concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Promedio general
	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes	Cuarto mes	
Planta Termoeléctrica	113,7	104,7	115,2	113,8	111,8
Estación de venta de combustibles 1	295,8	300,1	288,2	300,925	296,2
Estación de venta de combustibles 2	279,5	294,0	292,0	294,425	290,0
Estación de venta de combustibles 3	258,5	268,3	275,7	287,775	272,6
Zona de paradero de automóviles	302,3	295,1	291,4	289,25	294,5
Estación de venta de combustibles 4	212,0	233,6	255,3	258,75	239,9
Estación de venta de combustibles 5	259,4	253,3	252,4	252,75	254,4
Planta de premezclado de material de concreto	68,0	72,5	62,6	61,625	66,2
Planta chancadora de piedras	97,9	89,3	84,9	89,7	90,5
Estación de venta de combustibles 6	220,0	231,3	228,4	240,325	230,0

Nota: Se muestra el resumen general de promedio de concentración de CO, por punto de muestreo y mes

Durante los cuatro meses de estudio los puntos de muestreo donde mayores concentraciones promedio de CO se determinaron, fueron en las estaciones de venta de combustibles 1 y 2, además de la zona de paradero de automóviles, en tanto las demás estaciones de venta de combustibles registran también concentraciones promedios mayores a $200,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en todos estos puntos de muestreo tiene una gran influencia el flujo vehicular alto y continuo durante todo el día, a cambio del punto de muestreo ubicado en la zona de la planta termoeléctrica donde existe una congestión vehicular baja y donde

las concentraciones promedios registradas se encuentran entre 100,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 150,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por último, los puntos de muestreo más alejados y por donde no existe circulación vehicular a diferencia de solo los vehículos que laboran allí, se registraron las menores concentraciones de CO. Todas las concentraciones promedios determinadas no exceden los estándares de calidad ambiental para 1 hora y 8 horas, lo que demuestra que el estado de la contaminación no es mala, pero que esto no impide tomar medidas necesarias para reducir las concentraciones sobre todo los del flujo vehicular.

4.3 Propuesta de alternativas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo

4.3.1 Introducción

Uno de los principales problemas ambientales que afronta nuestra sociedad se ve relacionada a la contaminación ambiental y que en los últimos según diversas fuentes bibliográficas ha ido incrementando como también las enfermedades respiratorias.

Muchos han pasado de ser los pueblos pequeños a ciudades grandes, tal es el caso del distrito de la Banda de Shilcayo, donde la principal fuente emisora de gases es el flujo vehicular, que en los últimos años viene incrementándose considerablemente, además de la instalación de nuevas industrias, todo lo cual urge tomar medidas y/o alternativas de mitigación para mejorar la calidad de aire que en muchas partes del mundo causa pérdidas humanas, sustentando en ello la importancia de proponer alternativas para reducir las emisiones de monóxido de carbono, para el caso del presente estudio.

En el plan está comprendido por los alcances, objetivos, estrategia, Organización (Políticas, Organización, roles y responsabilidad administrativa, instrumentos de la gestión ambiental), además de un programa de prevención y/o en la generación de emisiones.

4.3.2 Alcances

La presente propuesta de alternativas de mitigación es diseñada con la finalidad de que la población, autoridades y demás personas pertinentes de la materia en estudio, contribuyan a la mitigación de emisiones de monóxido de carbono a fin de mejorar la calidad del aire.

- Objetivos
- Impactos a controlar
- Medidas y/o controles a implementar
- Resultados a lograr

4.3.3 Objetivos

- Plantear acciones de prevención en las fuentes de emisión potencial.
- Establecer medidas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo y demás ciudades.

4.3.4 Estrategias

La propuesta de alternativas de mitigación para mejorar la calidad ambiental del aire en el ámbito de influencia del distrito de la Banda de Shilcayo está enfocado en proponer medidas preventivas y de mitigación con la finalidad de que tanto los afectados dentro del área de influencia de las fuentes de emisión como los que se encuentran aledaños, es decir expuestos a la contaminación por monóxido de carbono, teniendo en cuenta que el plan va en el sentido de mitigar las emisiones de monóxido de carbono.

La presente propuesta servirá como referencia que podrá tener en cuenta la municipalidad distrital de la Banda de Shilcayo, actores involucrados, para que puedan implementar medidas de mitigación y control en las fuentes de emisión potencial como las estaciones de venta de combustible (grifos), además de los vehículos motorizados teniendo en cuenta que son los principales focos de emisión de CO.

4.3.5 Programa de prevención y/o mitigación

4.3.5.1 Descripción


a) Estación de venta de combustibles (grifos)

❖ Funciones de las estaciones

- Monitoreo

El monitoreo está en base al aire, teniendo en cuenta que el monóxido de carbono como fuente principal está en los vehículos motorizados en la cual al desplazarse se da el proceso de la combustión incompleta por la que emiten el CO, así mismo en las estaciones de servicio por la aglomeración frecuente de estos vehículos el CO se acumula y su desplazamiento hacia el aire es más lento por el hecho de que parte de estos servicios están cerrados, por lo cual se debe identificar puntos de monitoreo considerando las posibles fuentes de contaminación con la finalidad de obtener datos y proporcionar información sobre fuentes y riesgos de contaminación.

Tabla 14*Puntos de monitoreo*

ESTACIÓN DE MONITOREO	COMPONENTE	TIPO DE MONITOREO	COORDENADAS UTM DATUM	
		AIRE	ESTE (X)	NORTE (Y)
				

- **Medidas de control**

Apagar los motores de los vehículos al recargar combustible.

Implementar un sistema de aireación.

Adecuar la ubicación de las islas de despacho tomando como referencia la dirección del viento.

❖ **Funciones de la Municipalidad**

- **Medidas de control**

Como competencia de la municipalidad entra a tallar en exigir los reportes a las estaciones de servicio en la que este garantice la fiabilidad de los resultados y así mismo las posibles medidas de mitigación a implementar.

Inspeccionar el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en su plan ambiental.

- **Implementar políticas**

La implementación de políticas referentes al bienestar social viene siendo una tarea del estado por la que cual se sugiere que en el caso de la municipalidad podría implementar lo siguiente.

- a. Optimizar las rutas de doble sentido en las calles, a fin de evitar congestionamiento vehicular.
- b. Asfaltado de calles para evitar pares y arranques intempestivos de los automóviles.
- c. Promover el uso de vehículos alimentados con combustibles alternativos, como por ejemplo los vehículos híbridos, vehículos eléctricos.
- d. Facilidades para vehículos eléctricos
- e. Regular el periodo útil de los vehículos
- f. Fomentar el desarrollo de vías adecuadas para el ciclismo en los planes de desarrollo urbano, así mismo incentivar el uso de energías renovables para la recarga de bicicletas eléctricas y la adecuación de puntos de estacionamiento de bicicletas.

b) Vehículos motorizados

❖ Medidas políticas

- Alianzas estratégicas

Articular la vigilancia con la policía nacional del Perú, bases ronderiles e instituciones involucradas.

- Regularización y control de la vida útil de vehículos motorizados

Una de las medidas efectivas a considerar vendría a ser una alianza directa entre municipalidad y los concesionarios de vehículos automotores, mediante la cual se asigne a los propietarios un carnet con especificaciones de la vida útil del vehículo, si en caso no tuviese o haya excedido la vida útil del vehículo, este no podría acceder a la compra de repuestos de su vehículo.

❖ Medidas sociales

- Fortalecimiento de capacidades

La municipalidad distrital de la Banda de Shilcayo a través de sus direcciones orientaría a la sensibilización mediante la capacitación del uso adecuado y sobre todo las condiciones apropiadas en la que debe tener un vehículo, así mismo la municipalidad podría incentivar a propietarios que cuenten con un vehículo óptimo para su uso, además de que la municipalidad podría capacitar y fortalecer ideas o proyectos que mitiguen la concentración de CO.

- Fomento del uso de la bicicleta

La municipalidad como ente administrador de la ciudad, deber promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, para lo cual deberá priorizar la construcción de ciclo vías.

c) Planificación de la ciudad.

- Ordenamiento de la ciudad

La municipalidad debe priorizar el adecuado uso del territorio a fin de ceder el uso de actividades de acuerdo con la zonificación urbana y evitar incompatibilidad en cuanto al uso del suelo urbano.

4.4 Discusión de resultados

De acuerdo con Valdivia (2017) determinó en su investigación que las concentraciones de monóxido de carbono en sus diferentes puntos de muestreo resultaron menores a 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que indica que no excede a los estándares de calidad ambiental que es 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Así mismo Saldaña (2016) logró determinar que uno de los factores que generan

contaminación ambiental en una determinada ciudad, se ve reflejado en el tránsito vehicular. Resultados que al ser comparados con los de la investigación, se demostró que no hay exceso de concentración de monóxido de carbono, ya que durante los cuatro meses, se obtuvo un promedio de $350,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y no sobrepasa los estándares de calidad ambiental ya establecidos, dicho resultado se puede deber a las características ambientales de las áreas de estudio, así mismo se corroboró que en los lugares donde existe menor circulación vehicular se registraron menores concentraciones de monóxido de carbono y donde la circulación vehicular es alto y continuo durante todo el día las emisiones de CO son mayores, reafirmando la investigación de Saldaña.

La investigación de Flores (2018) determinó en la ciudad de Rioja que las mayores concentraciones en diferentes horarios fueron registrados en un punto de muestreo que es una intersección entre jirones, cuyos valores fueron de $91,92$, $97,06$ y $93,09$ $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ya que en dicho punto se observó mayor frecuencia vehicular promedio/hora representada por el vehículo motokar ($x=896,17$), seguido de motos, mostrando un promedio/hora de ($x=530,00$), corroborando la información de Flores al registrar mayores concentraciones promedios en la estación de venta de combustibles 1 ($296,2$ $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en la zona de paradero de automóviles ($294,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la estación de venta de combustibles 2 ($290,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que demuestra que existe una menor contaminación en intersecciones que en estaciones de ventas de combustibles y zonas de paraderos, y que además demuestra el alto flujo vehicular existente que ocasiona un incremento en la concentración del CO en la Banda de Shilcayo.

De acuerdo a (Velasquez, 2021), demostró que, al utilizar sensores de bajo costo, la investigación se vuelve más accesible monetariamente, además de que los resultados se demuestran en tiempo real, sin necesidad de otros importes. Siendo reafirmado en la investigación, ya que al aplicar el método automático utilizando el equipo gas monitor, se puede sustituir las estaciones de monitoreo convencionales.

CONCLUSIONES

Dentro del ámbito de la Banda de Shilcayo se determinaron un total de diez fuentes de generación de monóxido de carbono más críticas, de los cuales el 90,00% son considerados fuentes puntuales y el porcentaje restante como fuente móvil refiriéndose al flujo vehicular, el mismo que de acuerdo con las características ambientales tiene una gran influencia en algunas de las fuentes puntuales lo que permite un aumento en las concentraciones de CO.

La evaluación del estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono durante los meses de julio a octubre, mostraron que una de las mayores fuentes de emisión es la estación de venta de combustible 1 (296,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), seguido de la zona de paradero de automóviles (294,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y de la estación de ventas de combustibles 2 (290,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Lo que se concluye que las emisiones no sobrepasan los estándares de calidad ambiental establecidos, lo que demuestra que el estado de la contaminación ambiental no es malo con respecto al parámetro estudiado, pero que es influenciado mayormente por el parque automotor al generar CO, por lo cual urge tomar medidas de mitigación para una mejor calidad de vida.

Con respecto a la propuesta de alternativas de mitigación a fin de mejorar la calidad del aire en la zona de estudio, se plantea reducir el uso del transporte privado y favorecer el uso de transporte público, promover el uso de vehículos alimentados con combustibles alternativos y el uso de movilidad sostenible, además de aumentar considerablemente las áreas verdes y la reforestación con plantas fitorremediadoras, entre otras alternativas más que pueden ser tomadas por las diferentes entidades involucradas en el tema.

RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones periódicas a fin de evaluar el estado de la contaminación ambiental tomando como referencia la concentración de monóxido de carbono. En la ciudad se debe realizar un diagnóstico más integral que involucre la mayor cantidad de puntos críticos, la cual permitirá ampliar el ámbito de evaluación. Sumado a ello se recomienda un proceso de ordenamiento urbano que defina las áreas de comercio, de industria, zona residencial y áreas verdes dentro del ámbito de la jurisdicción de la Banda de Shilcayo. Para ello es necesario que la población tome conciencia ambiental y en el futuro opte por el uso de vehículos sostenibles con el ambiente.
- La evaluación del estado ambiental de la concentración de monóxido de carbono debe realizarse con más frecuencia, que incluya temporadas de estiaje (verano) y de crecidas (lluvia) a fin de evaluar el comportamiento de la concentración de monóxido de carbono según épocas del año.
- Al utilizar vehículos motorizados, es preferible ocupar combustibles alternativos que contengan menos hidrocarburos en su composición y reemplazar por el uso de biocombustibles que emiten menos monóxido de carbono y con ello lograr una reducción en la concentración de monóxido de carbono en el ambiente. Así mismo es necesario que las autoridades desarrollen inspecciones técnicas de emisiones de gases de vehículos motorizados, interponiendo multas o exigiendo cambio de vehículos en el caso que llegasen a exceder los límites permitidos
- A la Municipalidad Distrital de la Banda de Shilcayo realizar mayor y mejor control para verificar la vida útil y el correcto mantenimiento de los vehículos que transitan por nuestras vías.
- A todo el público interesado y autoridades competentes de la materia en estudio, tomar en cuenta las alternativas de mitigación propuestas, a fin de que éstas sean implementadas en sus ciudades y contribuyan a mejorar significativamente la calidad ambiental del aire.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aránguez, E., Ordóñez, J., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (2001). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. Obtenido de https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v73n2/contam_atmos.pdf
- Camilloni, I. (2014). Breve enciclopedia del ambiente. Obtenido de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/> [Links].
- Córdova, M., Medina, C., Ruíz, O., y Vega, J. (2018). *Estimación cuantitativa y cálculo de emisiones ambientales (huella de carbono), en el terminal terrestre de la ciudad de Guaranda.* Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29126/1/BQ%20174.pdf>
- DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA). "Plan a Corto Plazo para la Reducción de la Exposición a Contaminantes en la Av. Abancay"; Coordinadora del Área de prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. Lima, Perú. 2007.
- EL PERUANO. (2018). Nomás Legales. Obtenido de Ley 30754. Disponible en. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-marco-sobre-cambio-climatico-ley-n-30754-1638161-1/>
- Escalona, L., Manganiello, L., López, M., & Vega, C. (2012). Los sensores químicos y su utilidad en el control de gases contaminantes. Revista Ingeniería UC , 74-88. Disponible en. <https://www.redalyc.org/pdf/707/70732261010.pdf>
- Fernández, A. (2018). Estudio de sensores piezoeléctricos en aplicaciones de medición de fuerza. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/111211/Fern%C3%A1ndez%20-%20Estudio%20de%20sensores%20piezoel%C3%A9ctricos%20en%20aplicaciones%20de%20medici%C3%B3n%20de%20fuerza.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Flores, Paulina. (2018). Determinación de los niveles de concentración de monóxido de carbono ocasionado por el tráfico vehicular en la ciudad de Rioja-San Martín-2014. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Moyobamba. Disponible en. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3043>
- Guillermo, Lira. (1999). Impacto ambiental del parque automotor. Lima. Perú. Disponible en. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/hidraulica_mecanica/1999_n1/impacto.htm

- Hexter, A.C. Y Goldsmith J.R. (1971). Carbon Monoxide. Association of Community air Pollution With. Nueva York. Estados Unidos. Obtenido de. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5548705/>
- Hurtado, J. (2002) El Proyecto de investigación, una comprensión holística. 3ra Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá. Obtenido de. <https://www.gob.mx/inecc>
- INECC. (2018). [inecc.gob.mx](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/236/anexos.html). Obtenido de [inecc.gob.mx](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/236/anexos.html): <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/236/anexos.html>.
- INE. (2018). *SINAICA.INECC-Manual 1*. Obtenido de SINAICA.INECC-Manual 1. Obtenido de. <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/1-%20Principios%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf>
- Luna, A., y Talavera, Á. C. (2017). Uso de sensores electroquímicos de bajo costo para el monitoreo de la calidad del aire en el distrito de San Isidro - Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1845/DD1705.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, Christian. (2018). Estimación cuantitativa y cálculo de emisiones ambientales (huella de Carbono), en el terminal terrestre de la ciudad de Guaranda. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Disponible en. <https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/229#:~:text=CONCLUSI%C3%93N%3A%20se%20realiz%C3%B3%20la%20estimaci%C3%B3n,que%20cumplen%20funciones%20de%20servicio>
- MINAM. (2015). Estudio de desempeño ambiental 2003-2013. Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/esda_2003-2013.pdf
- Nossa, Ivette y Arias, Rudy. (2020). Implementación red de sensores inalámbricos de bajo costo utilizando protocolo LoRaWAN aplicada al monitoreo de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno como indicadores de calidad de aire en exteriores. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá – Colombia. Obtenido de. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25644>
- Perez, Porto y Gardey, A. (2009). cambio climático. Obtenido de. <https://definicion.de/clima/>

- Olaya, Rocío. (2016). Estimación del impacto ambiental del Parque de Las Leyendas mediante el cálculo de la huella de carbono. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Obtenido de. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3012978>
- REPSOL. (2008). Gasolina de 90. Obtenido de https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOLINA90_tcm76-83273.pdf
- REPSOL. (2016). Ficha De Datos De Seguridad. Obtenido de https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOLINA84_tcm76-83272.pdf
- REPSOL. (2016). Gasolina de 95. Obtenido de https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/GASOLINA95_tcm76-83274.pdf
- Rico, Kenia. (2018). Sensores de bajo costo para el monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Universidad de Sonora – México. Obtenido de. <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/2749>
- Ríos, Katherine y Tafur, Joyce. (2018). Determinación de los niveles de concentración de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono, ocasionado por el tráfico vehicular en la ciudad de Juanjuí - San Martín 2015. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Moyobamba. Obtenido de. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2935>
- Saldaña, Robinson. (2016): Emisión de gases por el parque automotor y su repercusión en la contaminación del aire en la ciudad de Iquitos en el año 2015. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7975>
- Sánchez, S y Reyes, C. (2006). Metodología y diseño de la investigación científica. Editorial Visión Universitaria. Lima – Perú. Obtenido de. <https://isbn.cloud/9789972969539/metodologia-y-disenos-en-la-investigacion-cientifica/>
- Valdivia, Frances. (2017). Determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblador El Arenal – Islay. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa – Perú. Obtenido de. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2432>
- Velasquez, D. (2021). Eficacia del modelo de sistemas de información geográfica en la evaluación de dispersión de monóxido de carbono del parque automotor urbano de la ciudad de Moyobamba. Obtenido de.

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/4305/ING.%20AMBIENTAL%20-%20Diego%20Velasquez%20Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

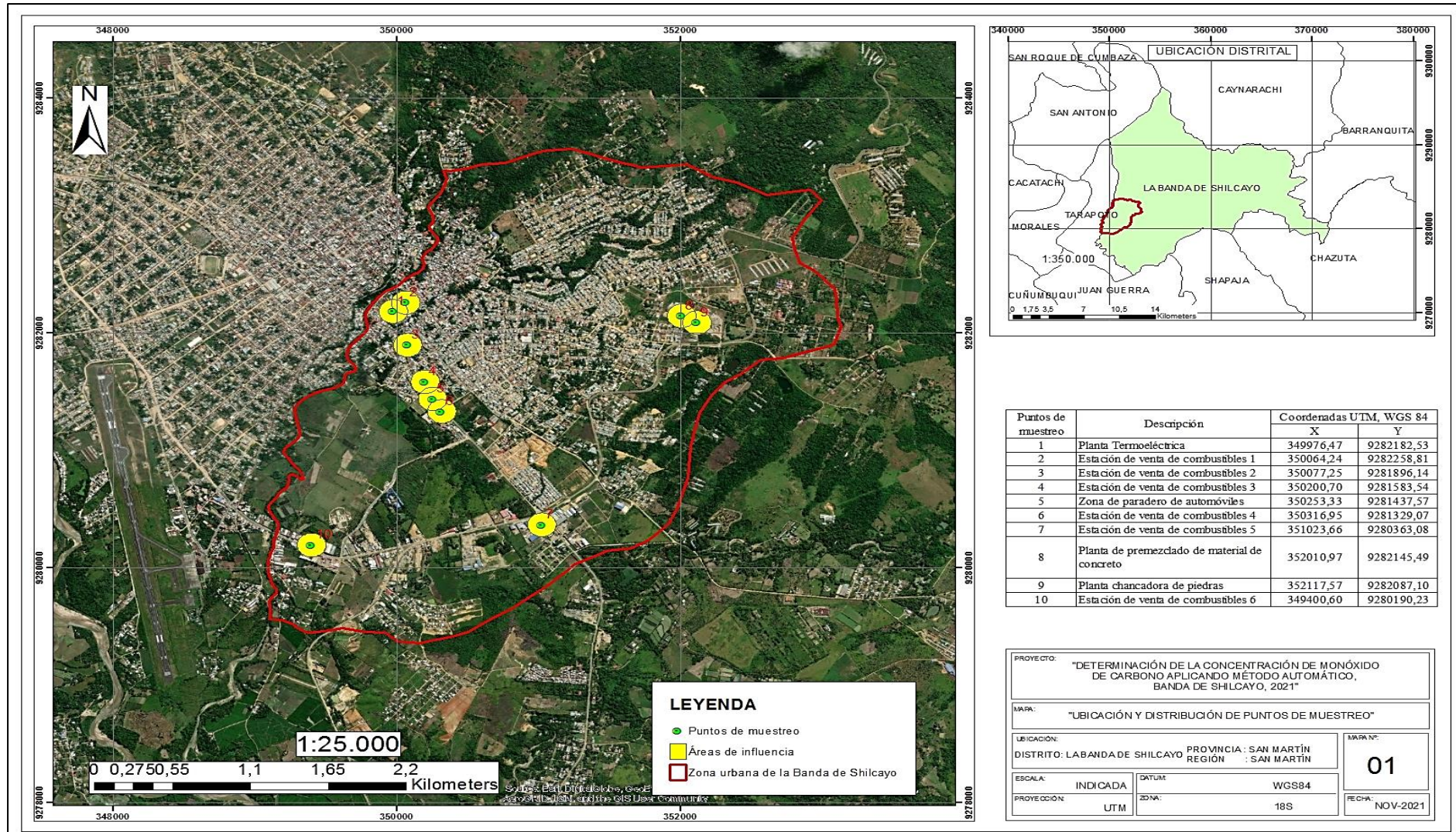
Wark, Kenneth y Cecil. (2012): Contaminación del aire: origen y control. Mexico: Limusa. 9789681819545. <https://es.scribd.com/document/559199468/Contaminacion-Del-Aire-Origen-y-Control-Wark-warner-limusa>

Williams, R., Watkins, T., y Long, R. Findings from The. (2013): Air Sensors Whorkshop. Air & Waste Management Association, 5-24. 2014. Obtenido de. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/emmagazine.2013_air_sensors_wkshop.pdf

Zine, N. (2004). Desarrollo Desarrollo y Caracterización Caracterización de Sensores de Sensores Químicos Químicos de Estado Sólido para Aplicaciones Aplicaciones Biomédicas Biomédicas. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3200/nz1de1.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación y distribución de los puntos de muestreo



Anexo 4: Registro fotográfico

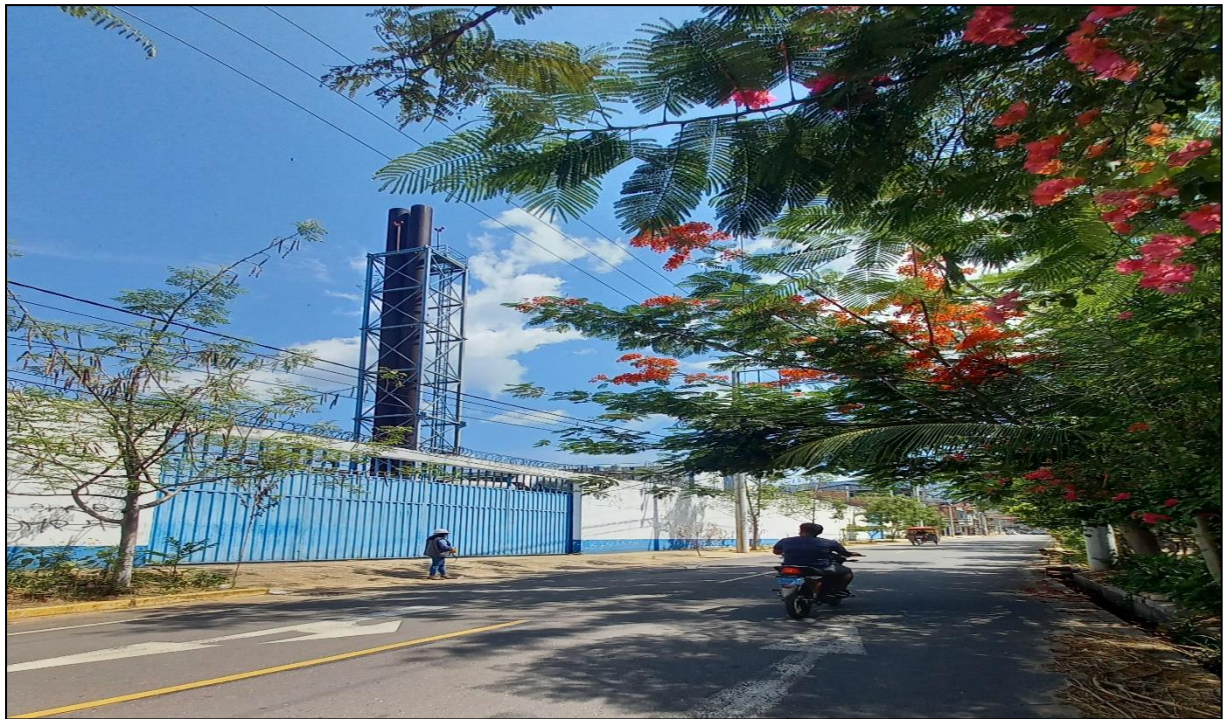


Foto 1. Medición de CO en punto de muestreo 1



Foto 2. Descripción de características ambientales en punto de muestreo 4



Foto 3. Medición de CO en punto de muestreo 10



Foto 4. Descripción de características ambientales en punto de muestreo 8

Anexo 05: Certificado de calibración de equipo



EQUINLAB S.A.C.
Equipamiento Instrumentación
Industrias y Laboratorios

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
CON PATRONES DE TRAZABILIDAD NACIONAL AL
INACAL E INTERNACIONAL AL NIST
CENAM DAKKS, ENAC, DKD

INGENIERIA EN METROLOGIA

Empresa de Servicios Metrológicos de Verificación, Calibración y Emisión de Certificados Adjuntando la Trazabilidad de Nuestros Patrones Nacional o Internacional

16% | 456 kg/m³ | -27,3td | 0,64aw | 51,9°/r | H | 14,8%abs | 100,4 g/m³ | 09m/s | 4.90Ug/L | 163 ym | 23,2° C | 78,8 °F | 6,21 % | 424 kg/m³ | 78,0 °F | 6,16% | 456kg/m³ | -27,3td | 0,6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTH-115-2023

FECHA DE EMISIÓN: 2023-02-26

PÁGINA: 1 de 2

- 1. SOLICITANTE :** EMPRESA DE SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y
TECNOLOGIA AMBIENTAL SERVITA E.I.R.L
DIRECCIÓN : Jr. Junin Nro. 847 (Barrio de Huastilla) Moyobamba - San Martin
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO (CO)
MARCA : PCE INSTRUMENTS
MODELO : PCE-FWS20N
N° SERIE : NO INDICA
IDENTIFICACION : NO INDICA
UBICACIÓN : CAMPO

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 26 de febrero de 2023 en las instalaciones de EQUINLAB S.A.C.

4 MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó por comparación con patrones trazables, en base al Procedimiento para la Calibración de Medidores de Condiciones Ambientales de Temperatura y Humedad y Velocidad.

Se utilizó Patrón con Certificado de calibración LH-014-2020

Se utilizó Patrón con Certificado de calibración LT-006-2020

Se utilizó Patrón con Certificado de calibración N° 425321

5 RESULTADO

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental: 22.6 °C Humedad Relativa : 65 % H.R.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.**OBSERVACIONES**

6.

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración esta en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración.



Ing. Dennis Flores Montero
Jefe de Metrología



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima

Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4583 Cel.: 01 939 294 882 / 01 934 664 113 / 01 924 428 201

E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
CON PATRONES DE TRAZABILIDAD NACIONAL AL
INACAL E INTERNACIONAL AL NIST
CENAM DAKKS, ENAC, DKD

INGENIERIA EN METROLOGIA

Empresa de Servicios Metroológicos de Verificación, Calibración y Emisión de Certificados Adjuntando la Trazabilidad de Nuestros Patrones Nacional o Internacional



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTH-115-2023

PÁGINA: 2 de 2

PARA EL TERMÓMETRO

TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
15.2	15.0	0.2	0.20
20.3	20.0	0.3	0.20
30.2	29.9	0.3	0.20

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la expresión:

$$TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$$

PARA EL HIGRÓMETRO

HUMEDAD CONVENCIONALMENTE VERDADERA (% H.R.)	INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (% H.R.)	CORRECCIÓN (% H.R.)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (% H.R.)
20.0	23.5	-3.5	1.0
60.0	61.8	-1.8	1.1
90.0	86.5	3.5	1.5

La humedad convencionalmente verdadera (HCV) resulta de la expresión:

$$HCV = \text{Indicación del higrómetro} + \text{corrección}$$

PARA EL ANEMOMETRO

VELOCIDAD CONVENCIONALMENTE VERDADERA (% H.R.)	INDICACIÓN DEL ANEMOMETRO (% H.R.)	CORRECCIÓN (% H.R.)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (% H.R.)
1.49m/s	1.50m/s	-0.01m/s	1.0
3.52m/s	3.50m/s	0.02m/s	1.1
4.48m/s	4.50m/s	-0.02m/s	1.5

Los límites de tolerancia en Velocidad +3% del estándar y de 3 fpm mayor a ((±)3% de estándar (±)0.0015m/s mayor)



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima
Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4583 Cel.: 01 939 294 882 / 01 934 664 113 / 01 924 428 201
E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Anexo 06: Datos tomados en campo

Fuente de generación de CO	Tipo de fuente	Descripción de la característica ambiental
Planta termoeléctrica	Puntual	Los diversos procesos y/o actividades que se desarrollan en la planta generan gases contaminantes que son emitidos a través del conducto emisor (chimenea), siendo el CO uno de los principales gases que se emiten y que éste además en la zona se da por la presencia del flujo vehicular.
Venta de combustibles	Puntual	Uno de los lugares donde se concentran vehículos durante todo el día, suelen ser los grifos, por lo cual representan una fuente de emisión de CO siendo mucho mayor la concentración en aquellos donde existe mayor afluencia vehicular del mismo modo, influyen en las concentraciones de CO el flujo vehicular de las calles cercanas a este tipo de fuentes, siendo mucho mayor en algunas zonas dado a una mayor congestión vehicular.
Paradero de automóviles	Móvil	Continuamente y durante el horario diario existe un alto tránsito en la zona donde se ubican los paraderos en el distrito, por lo cual esta zona se convierte en una de las fuentes emisoras de monóxido de carbono, influyendo en ella la circulación de vehículos en la carretera que se encuentra al frente de los paraderos.

Fuente de generación de CO	Tipo de fuente	Descripción de la característica ambiental
Flujo Vehicular	Móvil	Una de las principales fuentes de emisión de monóxido de carbono en el distrito de la Banda de Shilcayo dado a la combustión incompleta de los combustibles, habiendo una concentración mucho mayor de este gas contaminante en las zonas donde existen mayor y constante flujo vehicular.
Planta de premezclado de material de concreto	Puntual	El desarrollo de actividades haciendo el uso de maquinarias, equipos y vehículos en este tipo de plantas, genera emisiones de monóxido de carbono, preciso mencionar que estas actividades dentro del ámbito del distrito de la Banda de Shilcayo son principalmente desarrolladas en zonas un poco alejadas de poblaciones.
Planta Chancadora de piedras	Puntual	Con características similares a la anterior fuente descrita, dado a que para el desarrollo de esta actividad también se emplean las maquinarias, equipos y vehículos, que generan la emisión de CO, encontrándose en los alrededores de esta área de vegetación, a diferencia de las otras fuentes donde en la zona de influencia existen poblaciones.

PRIMER MES

Punto de muestreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Planta termoeléctrica	102,5	114,7	99,6	137,9
Estación de venta de combust.1	298,2	305,9	280,4	298,6
Estación de venta de combust.2	266,0	250,4	291,7	309,7
Estación de venta de combust.3	231,4	272,2	259,1	280,4
Zona de paradero de automov.	325,2	300,8	288,0	295,0
Estación de venta de combust.4	180,7	215,5	209,3	242,3
Estación de venta de combust.5	259,8	269,0	248,6	260,1
Planta de premezclado de mat. de concreto.	64,2	72,5	55,0	80,2
Planta chancadora de piedras	90,0	88,9	102,3	110,5
Estación de venta de combust.6	205,5	228,0	210,9	235,6

SEGUNDO MES

Punto de muestreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Planta termoeléctrica	89,8	121,4	109,1	98,4
Estación de venta de combust.1	310,4	282,9	315,6	291,6
Estación de venta de combust.2	286,0	290,1	303,4	296,3
Estación de venta de combust.3	254,7	269,7	278,8	270,0
Zona de paradero de automov.	286,6	296,4	286,0	311,2
Estación de venta de combust.4	207,1	240,0	232,3	255,1
Estación de venta de combust.5	235,5	244,9	272,1	260,5
Planta de premezclado de mat. de concreto	76,2	60,2	87,5	66,0
Planta chancadora de piedras	80,0	92,5	95,0	89,7
Estación de venta de combust.6	224,9	239,6	218,7	242,0

TERCER MES

Punto de muestreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Planta termoeléctrica	110,7	94,0	121,3	134,8
Estación de venta de combust. 1	289,2	296,2	275,1	292,1
Estación de venta de combust. 2	293,0	305,5	282,4	287,2
Estación de venta de combust. 3	272,6	288,4	269,0	272,9
Zona de parqueo automóviles	284,4	295,0	301,2	285,0
Estación de venta de combust. 4	250,5	241,6	262,7	266,5
Estación de venta de combust. 5	242,8	264,7	256,8	245,2
Planta de premezclado de material de concreto.	57,0	70,5	64,2	58,8
Planta chancadora de piedras	78,3	86,7	91,5	83,1
Estación de venta de combust. 6	235,2	248,2	220,7	209,4

CUARTO MES

Punto de muestreo	Concentración de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Planta termoeléctrica	130,4	116,0	112,8	96,0
Estación de venta de combust. 1	312,7	293,7	290,1	307,2
Estación de venta de combust. 2	290,4	296,3	296,0	295,0
Estación de venta de combust. 3	301,5	279,2	282,3	288,1
Zona de parqueo de automóviles	285,6	290,5	286,4	294,5
Estación de venta de combust. 4	266,3	256,9	249,0	262,8
Estación de venta de combust. 5	259,0	234,8	260,2	257,0
Planta de premezclado de material de concreto	68,2	49,4	60,1	68,8
Planta chancadora de piedras	84,9	90,3	102,7	80,9
Estación de venta de combust. 6	253,1	230,9	248,9	228,4

Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021

por Bianca Luna Arrascue

Fecha de entrega: 07-feb-2024 07:53a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2288688968

Nombre del archivo: ING_AMBIENTAL_-Bianca_Luna_Arrascue_07-02.docx (11.88M)

Total de palabras: 13894

Total de caracteres: 76082

Determinación de la concentración de monóxido de carbono aplicando método automático, Banda de Shilcayo, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioinstitucional.uson.mx Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	rinacional.tecnm.mx Fuente de Internet	1%
6	fddocuments.es Fuente de Internet	1%
7	documentop.com Fuente de Internet	1%
8	vdocuments.es Fuente de Internet	1%
9	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	