



**UNAP**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE EMISIONES DE BENCENO EN TRES  
ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLES  
LÍQUIDOS EN EL DISTRITO DE  
SAN JUAN BAUTISTA 2023”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR:**

**URSULA PAOLA TENAZOA RAMÍREZ  
MYC MAAGEN YALTA ARÉVALO**

**ASESORES:**

**Ing. LUIS ANTONIO FLORES FLORES, Dr.  
Ing. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra.  
Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2024**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



**UNAP**

Facultad de Ingeniería Química  
Unidad de Investigación



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 012-CGT-FIQ-UNAP-2024**

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Química, a los veintidós días del mes de Junio de 2024, a horas 17:00, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE EMISIONES DE BENCENO EN TRES ESTACIONES DE SERVICIO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA 2023"**, aprobado con Resolución Decanal N° 171-2024-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Myc Maagen Yalta Arévalo y Ursula Paola Tenazoa Ramírez**, para optar el título profesional de **Ingeniero Químico**, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 042-2024-FIQ-UNAP está integrado por:

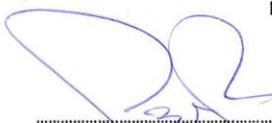
Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ de ARAUJO, Dra.	Presidente
Ing. JOSÉ MANUEL PERDIZ DÁVILA, Mtro.	Miembro
Ing. CARLOS MARTÍN MIRES LÓPEZ, Mtro.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: Satisfactoriamente.

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: Aprobada con la calificación Buena, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Siendo las 18:15 se dio por terminado el acto de Sustentación.

  
Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ de ARAUJO, Dra.  
Presidente de Jurado

  
Ing. JOSÉ MANUEL PERDIZ DÁVILA, Mtro.  
Miembro

  
Ing. CARLOS MARTÍN MIRES LÓPEZ, Mtro.  
Miembro

  
Ing. LUIS ANTONIO FLORES FLORES, Dr.  
Asesor

  
Ing. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra.  
Asesor

  
Ing. DANIEL DIOMELES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.  
Asesor

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA

**JURADO Y ASESOR**

.....  
**Ing. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ de ARAUJO, Dra.**  
**Presidente de Jurado**

.....  
**Ing. JOSÉ MANUEL PÉRDIZ DÁVILA, Mtro.**  
**Miembro**

.....  
**Ing. CARLOS MARTÍN MIRES LÓPEZ, Mtro.**  
**Miembro**

.....  
**Ing. LUIS ANTONIO FLORES FLORES, Dr.**  
**Asesor**

.....  
**Ing. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra.**  
**Asesor**

.....  
**Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.**  
**Asesor**

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

## NOMBRE DEL TRABAJO

FIQ\_TESIS\_TENAZOA RAMIREZ\_YALTA  
AREVALO.pdf

## AUTOR

TENAZOA RAMIREZ / YALTA AREVALO

## RECUESTO DE PALABRAS

12250 Words

## RECUESTO DE CARACTERES

65208 Characters

## RECUESTO DE PÁGINAS

55 Pages

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

539.1KB

## FECHA DE ENTREGA

Jun 27, 2024 12:10 PM GMT-5

## FECHA DEL INFORME

Jun 27, 2024 12:11 PM GMT-5

### ● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo. Amigos, profesionales, quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

**MYC MAAGEN YALTA AREVALO**

A mis asesores quienes nunca desistieron al asesorarme, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos aquellos que han sido una parte integral de mi camino académico y personal.

**URSULA PAOLA TENAZOA RAMIREZ**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profundo agradecimiento a mis padres por su inquebrantable apoyo, para alcanzar mis metas personales y académicas con su amor y aliento constante. A mis asesores por su continua guía, durante todo el proceso de la tesis, y a la universidad por la oportunidad de obtener mi anhelado título profesional

**MYC MAAGEN YALTA AREVALO**

Agradezco infinitamente a Dios, mi familia y a todos mis seres queridos que estuvieron entre las buenas y las malas durante este proceso de formación profesional.

**URSULA PAOLA TENAZOA RAMIREZ**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESORES	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases Teóricas	8
1.3 Definición de términos básicos	12
<b>CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPOTESIS</b>	16
2.1 Variables y definiciones operacionales	16
2.2 Formulación de hipótesis	17
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	18
3.1 Tipo y diseño de la investigación	18
3.2 Diseño Muestral	18
3.3 Procedimiento de recolección de datos	19
3.4 Procesamiento y análisis de datos	27
3.5 Aspectos éticos	27
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	29
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	45
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>	46
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>	47
<b>CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	48
<b>ANEXOS</b>	53
1 Consentimiento informado	
2 Matriz de consistencia	
3 Operacionalización de variables	
4 Certificado de Calibración Rotámetro	
5 Certificado de Acreditación	
6 Registro Fotográfico	
7 Valores del Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM (Calidad de Aire)	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla N° 01</b> Valor del Estándar calidad ambiental del Benceno	12
<b>Tabla N° 02</b> Matriz de variables y definiciones operacionales	16
<b>Tabla N° 03</b> Estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista	18
<b>Tabla N° 04</b> Cálculo del Benceno en la estación de servicio con mayor venta	29
<b>Tabla N° 05</b> Cantidad de Benceno volatilizado en estación de mayor venta.	29
<b>Tabla N° 06</b> Cálculo del Benceno en la estación de servicio con venta intermedia	30
<b>Tabla N° 07</b> Cantidad de Benceno volatilizado en estación de venta intermedia	30
<b>Tabla N° 08</b> Cálculo del Benceno en la estación de servicio con menor venta	31
<b>Tabla N° 09</b> Cantidad de Benceno volatilizado en estación de menor venta	31
<b>Tabla N° 10</b> Características del tanque de almacenamiento, estación con mayor venta	32
<b>Tabla N° 11</b> Características del dispensador de la estación con mayor venta	33
<b>Tabla N° 12</b> Características del tanque de almacenamiento de la segunda estación	35
<b>Tabla N° 13</b> Características del dispensador de la segunda estación	36
<b>Tabla N° 14</b> Características del tanque de almacenamiento de la tercera estación	38
<b>Tabla N° 15</b> Características del dispensador de la estación con menor venta	39
<b>Tabla N° 16</b> Resultados de la estación de servicio con mayor venta	41
<b>Tabla N° 17</b> Resultados de la estación de servicio con venta intermedia	41
<b>Tabla N° 18</b> Resultados de la estación de servicio con menor venta	42
<b>Tabla N° 19</b> Promedio de los resultados para una muestra independiente	44
<b>Tabla N° 20</b> Contraste de hipótesis de la investigación	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
<b>Figura N°1</b>	Tubo de carbón activado	21
<b>Figura N°2</b>	Características del dispensador de la estación con mayor venta	32
<b>Figura N°3</b>	Características del dispensador de la primera estación	33
<b>Figura N°4</b>	Tubo de venteo de la estación con mayor venta	34
<b>Figura N°5</b>	Características del tanque de almacenamiento de la segunda estación	35
<b>Figura N°6</b>	Características del dispensador de la segunda estación	36
<b>Figura N°7</b>	Características de los tubos de venteo de la segunda estación	37
<b>Figura N°8</b>	Características del tanque de almacenamiento de la tercera estación	38
<b>Figura N°9</b>	Características del dispensador de la estación con menor venta	39
<b>Figura N°10</b>	Características de los tubos de venteo, estación con menor venta	40
<b>Figura N°11</b>	Resultado comparado con el ECA de la primera estación de servicio	42
<b>Figura N°12</b>	Resultado comparado con el ECA de la segunda estación de servicio	43
<b>Figura N°13</b>	Resultado comparado con el ECA de la tercera estación de servicio	43

## RESUMEN

El benceno es un compuesto químico ampliamente utilizado en la industria para fabricar una extensa variedad de productos, que incluyen plásticos, resinas, detergentes, medicamentos, pesticidas y otros productos químicos. El objetivo de nuestra investigación fue determinar si los niveles de benceno superan el estándar de calidad ambiental del aire. Para ello, se empleó el método de absorción de aire mediante tubos de carbón activado, que luego fueron analizados en un cromatógrafo de gases con columna capilar y un detector de ionización. Los resultados indicaron que la cantidad de benceno emitida por cada establecimiento fue de 357.6 litros, 284.9 litros y 254.9 litros, respectivamente, y que el nivel promedio detectado fue de 0.5482 ug/L. Las conclusiones, determinaron que los niveles de benceno volatilizados en las estaciones de servicios no superaron la normatividad ambiental para el aire.

**Palabras clave:** Compuesto aromático, compuesto cíclico, gasolina, BTEX.

## ABSTRACT

Benzene is a chemical compound widely used in the industry to manufacture a wide variety of products, including plastics, resins, detergents, medicines, pesticides, and other chemicals. The aim of our research was to determine whether benzene levels exceed the environmental air quality standard. For this purpose, the air absorption method using activated carbon tubes was employed, which were then analyzed in a gas chromatograph with a capillary column and an ionization detector. The results indicated that the amount of benzene emitted by each establishment was 357.6 liters, 284.9 liters, and 254.9 liters, respectively, and that the average detected level was 0.5482 ug/L. The conclusions determined that the levels of benzene volatilized at the service stations did not exceed the environmental air regulations.

Keywords: Aromatic compound, cyclic compound, gasoline, BTEX

## INTRODUCCIÓN

La presencia del benceno en las estaciones de servicio se ha convertido en un tema de creciente preocupación tanto a nivel mundial como local. Aunque el benceno no se añade intencionalmente a la gasolina, su presencia en pequeñas cantidades como un componente natural del petróleo crudo plantea desafíos significativos. Durante el proceso de refinación del petróleo, el benceno puede separarse de otros componentes de la gasolina, acumulándose en tanques y tuberías (Manosalva, 2020). Esta acumulación no solo ha sido objeto de preocupación y debate durante muchos años, además, ha generado interés en la comunidad científica y las autoridades reguladoras.

El benceno es un compuesto químico tóxico y carcinógeno presente en la gasolina y otros derivados del petróleo, con efectos adversos conocidos para la salud y el medio ambiente (Zubizarreta et al. 2018). A medida que la industria petrolera ha evolucionado en nuestro país desde la década de 1970, la comercialización del hidrocarburo ha generado emisiones fugitivas, incluyendo compuestos orgánicos volátiles como el benceno, clasificado como extremadamente peligroso (Dongo y Casavilca 2022), planteamos la siguiente interrogante ¿Cómo evaluamos las emisiones de benceno en las tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista?

En esa línea, planteamos el objetivo de evaluar los niveles de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista 2023, con el objeto de esclarecer la situación presente de la actividad de comercialización de combustible al aumento de la contaminación por benceno y su impacto en el entorno social y ambiental

El crecimiento económico y el aumento del parque automotor en la jurisdicción de San Juan Bautista han llevado a un aumento en las estaciones de servicio dedicadas a la comercialización de combustibles líquidos. Sin embargo, las preocupaciones sobre la contaminación por benceno en estas áreas se ven agravadas por prácticas actuales de monitoreo que se centran en puntos específicos de los establecimientos, sin considerar aspectos cruciales como

el trasvase de combustibles, la ubicación de surtidores y dispensadores, y las tuberías de venteo (Aguilar y Velarde, 2019).

Para la cual, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de los niveles de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio durante el año 2023, identificando fuentes específicas o factores de emisión. A través de mediciones y registros detallados, se busca proporcionar una comprensión integral de la problemática (Ceballos, 2011), contribuyendo así a la toma de decisiones informada para mitigar los riesgos asociados con la presencia de benceno en las estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista.

Para llevar a cabo este estudio, se emplea una metodología de tipo mixto que combina elementos cuantitativos y cualitativos. Este enfoque permite abordar de manera integral la investigación, aprovechando tanto los datos numéricos como las perspectivas cualitativas de los participantes. En términos específicos, se sigue un enfoque descriptivo, lo que implica la recopilación y el análisis detallado de información para comprender y explicar fenómenos específicos dentro del ámbito de estudio. El diseño adoptado es no experimental, lo que significa que se observan y analizan variables sin manipular activamente ninguna de ellas. Además, este estudio se realiza retrospectivamente, lo que implica el análisis de datos y eventos que ocurrieron en el pasado para extraer conclusiones y comprender tendencias a lo largo del tiempo.

En tal sentido, se aborda el capítulo I, marco teórico, Capítulo II, variables e hipótesis; Capítulo III, metodología; Capítulo IV, resultados; Capítulo V, discusión de los resultados; Capítulo VI, propuestas; Capítulo VII, conclusiones; Capítulo VIII, recomendaciones; Capítulo IX, referencias bibliográficas.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1 Antecedentes

### Nivel Internacional

- En el 2020, se ejecutó una tesis de tipo cuantitativa con un diseño prospectivo, que abarcó todos los elementos de la población de la calidad del aire, se determinó el uso de gasolina como un tema muy interesante en el contexto ambiental a causa de las emisiones que producen los automóviles, para mantener una buena calidad del combustible es necesario controlar los parámetros que regulan la calidad de la gasolina. Uno de los elementos enumerados dentro de los estándares, se encuentra el benceno, reconocido por sus propiedades cancerígenas. Se concluye que se ha demostrado que la existencia de benceno en la combustible afecta la salud humana porque es un compuesto volátil que se evapora muy rápidamente. El nivel promedio de este compuesto en la gasolina Magna fue de 0,361%, mientras que el nivel promedio de benceno en la gasolina importada fue de 0,55% (Alcántar et al., 2020).
- En el 2020, se abordó un estudio de tipo no experimental, diseño documental, donde se incluyó como población todas las gasolinera de Ecuador, se analizó y sintetizó la indagación efectiva acerca de los padecimientos laborales debido a la exhibición al benceno en empleados de estaciones de servicio, basado en la comprensión de que la exposición al benceno puede tener graves consecuencias para la salud humana, estas afectaciones son reconocidas internacionalmente mediante estudios y regulaciones que establecen límites aceptables. Se concluyó que se necesita investigación para determinar la exposición extrema de acuerdo a los estándares internacionales y que, en el Ecuador, resulta beneficioso ahondar en este tema y proporcionar formación a los empleados expuestos al benceno (Santana et al. 2020).

- En el 2019, se ejecutó la investigación de tipo no experimental, diseño de campo, donde se incluyó como población a toda la población en general está expuesto a esta sustancia al inhalar aire contaminado, se determinó que la contaminación ambiental por el PICE varía según la ubicación y la intensidad de sus fuentes potenciales. Se ha reconocido, pero faltan estudios referentes a cómo afecta la salud de la comunidad circundante. G-1 de creatinina en la población local, aparentemente relacionado con alteraciones en la sangre también observados en la comunidad expuestos. La existencia medida de S-PMA urinario procedente del metabolismo del benceno, se asocia con el hecho de que el 60% de los asistentes presentan modificaciones hematológicas determinados, que pueden deberse a la situación de estar expuesto al benceno en el entorno. Se concluye que las distribuciones de alelos y genotipos de CYP2E1 y NQO1 las enzimas detectadas en la población estudiada coincidieron con las encontradas en otros estudios. La existencia del alelo diferente dentro del genotipo NQO1 puede constituir un riesgo para las alteraciones sanguíneas evaluadas (Silva et al. 2019).
- En el 2018, se desarrolló un estudio de tipo cuantitativo, diseño prospectivo. Al considerar todas las estaciones de servicio como el conjunto poblacional, se descubrió que las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles, particularmente los BTEX, eran significativas en seis gasolineras en la ciudad de Barranquilla. También se determinó qué causa intrínsecamente de las estaciones de servicio ayuda más a la manifestación de BTEX. Además, se tomaron mediciones de variables meteorológicas en cada estación de servicio utilizando el medidor Kestrel 4500. Se llega a la conclusión de que las concentraciones de BTEX variaron en cada estación de servicio evaluada, siendo el establecimiento 2 la que mostró las concentraciones más altas, mientras que el establecimiento 6 registró las concentraciones más bajas. Además, se observó que durante el proceso de llenado de combustible se origina una mayor emanación de BTEX, lo que sugiere que a medida que aumenta el número de

vehículos abastecidos, también aumenta la emisión de BTEX al aire (Schneider y Rodríguez 2018).

- En el 2017, se realizó una tesis de tipo cuantitativo, diseño de campo, que incluyó a los elementos orgánicos volátiles, se determinó la evaluación de la liberación de compuestos orgánicos volátiles al entorno y el análisis de los peligros laborales por exhibición a los compuestos orgánicos volátiles en condiciones normales de temperatura y presión, que existe como vapor en la atmósfera. Se ha obtenido que la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en el año 2015 fue de 8801 toneladas, y extrapolando la producción nacional, la emisión de COVs de la industria nacional de recubrimientos en el año 2015 fue de aproximadamente 28052 toneladas (Alcedo, 2017).

### **Nivel Nacional**

- En el 2022, en una investigación en el Perú de tipo aplicada, diseño descriptivo preexperimental, incluyó como población a todas las estaciones de servicio. Se evaluó las actividades humanas están modificando la calidad del medio ambiente, y una de estas actividades es el sector del transporte, que requiere combustibles suministrados por las estaciones de servicio, sin embargo, estas estaciones están requeridas por la normativa actual a cumplir con la gestión ambiental al vender combustibles líquidos. En estas estaciones se analizaron elementos como el benceno, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, hidrocarburos totales, PM10 y los niveles de ruido, Se determina que tres estaciones de servicio cumplen con los estándares establecidos por la Evaluación de la Calidad del Aire (ECA), pero los establecimientos "1" y "3" presentan niveles de ruido ligeramente superiores a los estándares de calidad ambiental establecidos por la norma ambiental para la zona Comercial (Espinoza, Moscoso, Espinoza 2022).

- En el 2018, se realizó un estudio de tipo no experimental, con diseño retrospectivo documental, donde se incluyó como población a todos los dispositivos de recolección de vapores de compuestos orgánicos volátiles (COVs) generados en las gasolineras que venden combustibles líquidos. Se identificó que uno de los descubrimientos de la revisión sistemática es la propuesta de "Proyecto para instalar y verificar dispositivos para recuperar vapores en los establecimientos que suministra combustibles líquidos a vehículos de motor", señala que el proceso de recolección de vapores es una expresión amplia que engloba los métodos utilizados para evitar la liberación de elementos orgánicos volátiles al medio ambiente. Los resultados de los estudios de la revisión sistemática confirman la relevancia de tener implementado el sistema de recolección de vapores de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en las gasolineras de nuestra nación. Se determina que los elementos orgánicos volátiles (COVs) son los gases emanados por los combustibles líquidos, y si no se manejan adecuadamente, pueden causar daños tanto al medio ambiente como a las personas (Gamonal y Fiestas, 2018).
- En el 2018, se desarrolló la investigación de tipo no experimental, diseño prospectivo documental, donde se incluye como población a todas las gasolineras de la ciudad de Moquegua. Se determinó los aspectos laborales y su conexión con la toxicidad provocada por la exposición al benceno en empleados de las estaciones de servicio de Moquegua, entre octubre y noviembre del 2017. Se empleó un cuestionario para evaluar los aspectos laborales, mientras que se aplicó observación laboratorial para medir la variable de toxicidad relacionada con la exposición al benceno. Se concluye que se identificaron los aspectos laborales y se analizaron mediante pruebas estadísticas para determinar su asociación con la toxicidad causada por la exposición al benceno y que se debe implementar en el Perú sistemas de recolección para la Fase I y Fase II (Chise, 2018).

- En el 2017, un estudio de tipo no experimental de diseño descriptivo Correlacional, incluyó como población a 66 empleados de los 22 surtidores ubicados en el distrito de Lurín, se determinó la conexión entre la exposición a solventes orgánicos aromáticos liberados en estaciones de servicio y los cambios neurológicos- conductas perjudiciales en los empleados, utilizando un método de muestreo no aleatorio seleccionando 36 trabajadores y 36 individuos del grupo de control mediante encuestas por conveniencia, agrupados en 7 rangos de edad que van desde los 18 hasta los 66 años. También se notó que los efectos generales incrementan con el tiempo; aquellos que trabajaron de 6 a 12 meses presentaron un 14% de efectos generales, en contraste con el personal que laboró de 13 a 36 meses con un 15%, y aquellos que trabajaron de 37 a 72 meses con un 17%. Estos hallazgos se reflejan también en los efectos en la sensibilidad, el humor y los rasgos de la personalidad, así como en los efectos motores y cognitivos. En conclusión, se establece una correlación en la exposición a compuestos orgánicos aromáticos solventes liberados en estaciones de servicio y las alteraciones neurológicas y comportamentales perjudiciales en los empleados, las cuales aumentan con el paso de los años de servicio (Ramos, 2017).
- En el año 2002, en una investigación de tipo cuantitativo, diseño prospectivo de campo, se incluyó como población a todos los trabajadores de venta de lubricantes y servicios de la mecánica automotriz de Lima. Se cuantificaron los metabolitos sanguíneos de plomo, benceno (fenol) y tolueno (ácido hipúrico) en 158 trabajadores. Estos trabajadores suelen utilizar gasolina, queroseno y diésel-2 y otros disolventes (thinner, aguarrás, diluyente de pintura, etc.) cuya composición química contiene compuestos nocivos como plomo, benceno y tolueno. La medición del plomo se efectuó mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS) y se encontró que los niveles de plomo en el torrente sanguíneo (media 26,77 ug/dL) estaban por encima del valor normal de 10 ug/dL. Se utilizó espectrofotometría

de luz visible para determinar la cantidad de benceno y tolueno en la orina. El nivel de fenol en orina estaba elevado, pero no por encima del valor normal (75 mg/l), con una media de 46,36 mg/l. El ácido hipúrico en orina superó el valor normal en 1,4 g/l, con una media de 2,09 g/l. Se concluye que los niveles elevados de plomo, benzaldehído y ácido hipúrico en sangre se encontraron en la orina de trabajadores que se desempeñan como mecánicos, cambiadores de aceite y sopletes (Ramírez y Anaya, 2002).

### **Nivel Local**

No existe información realizada por las Universidades en Loreto, acerca de la contaminación por benceno en los establecimientos de venta de combustibles líquidos derivados del petróleo, no se realizaron estudios acerca de este tema. Lo que existen son Informes de monitoreo de aire que las empresas presentan al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) sede Iquitos.

## **1.2 Bases teóricas**

### **LOS HIDROCARBUROS**

Los hidrocarburos son sustancias orgánicas compuestas por átomos de carbono e hidrógeno. Constituyen el fundamento de la química orgánica y se encuentran en la naturaleza en diversas formas, como petróleo, gas natural, carbón, biomasa, entre otros. Los hidrocarburos son importantes en la industria, la energía y la química debido a sus propiedades únicas, como su alta energía de combustión y su capacidad para formar enlaces covalentes fuertes (Salvador, 2021).

Existen diferentes tipos de hidrocarburos, que se pueden clasificar de acuerdo a su estructura molecular. Los alcanos son hidrocarburos saturados que poseen una sucesión de carbono sin enlaces dobles. Los alquenos cuentan al menos un enlace doble carbono-carbono, mientras

que los alquinos poseen al menos un enlace triple carbono-carbono. Los hidrocarburos aromáticos, como el benceno, tienen una estructura cíclica con enlaces dobles y simples alternados (Calva, Botello, Vélez, 2005).

Además, los hidrocarburos pueden ser clasificados como alifáticos o aromáticos. Los hidrocarburos alifáticos son aquellos que carecen de anillos de benceno en su estructura, a diferencia de los hidrocarburos aromáticos sí tienen anillos de benceno en su estructura (López y López 1999).

## **COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES**

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son sustancias químicas orgánicas que cuentan una mayor presión de vapor a temperatura ambiente y, por lo tanto, pueden evaporarse fácilmente en el aire. Estos compuestos pueden tener un origen natural, como en la emisión de plantas y árboles, o pueden ser producidos por acciones humanas, tales como la industria, la agricultura y el uso de compuestos químicos domésticos (Blass, Panama, Corrales, 2003).

Los COVs pueden tener efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. Algunos COVs, como el benceno y el formaldehído, son conocidos carcinógenos y pueden causar daño en el sistema nervioso central y otros órganos. Además, los COVs pueden contribuir a la formación de smog y la contaminación del aire, así como a la acidificación y eutrofización de los cuerpos de agua (Pedraza, 2015).

## **BENCENO**

El benceno es un hidrocarburo aromático compuesto por seis átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno, con una fórmula química  $C_6H_6$ . Es un líquido incoloro, altamente inflamable y con un olor dulce característico. Es ampliamente utilizado como disolvente industrial y se encuentra en la producción de plásticos, caucho, tintas, pesticidas, medicamentos y otros productos químicos (Zevallos, 2018).

La gasolina es un compuesto orgánico volátil (COV) derivado del petróleo crudo, con propiedades fisicoquímicas que le permiten disolver y dispersar una gran cantidad de sustancias, y también es precursor de muchos materiales sintéticos (Santana et al. 2020).

El benceno es un compuesto orgánico tóxico y carcinogénico, y la exposición a largo plazo puede provocar cáncer de sangre, leucemia, así como daños en el sistema nervioso central y otros órganos. También se considera un contaminante ambiental y puede contribuir a la formación de smog y la contaminación del aire (Diaz, 2020).

### **COMPUESTOS ORGÁNICOS TÓXICOS**

Así como el benceno que afecta el sistema nervioso central, hay muchos que pueden tener efectos perjudiciales como el formaldehído que puede provocar irritación de los ojos, la nariz y la garganta, así como asma y cáncer, el cloruro de vinilo provoca cáncer de hígado y otros efectos adversos en la salud, el tetracloruro de carbono puede provocar daño hepático, renal y del sistema nervioso central, así como cáncer, el tricloroetileno puede provocar daño hepático, renal y del sistema nervioso central, así como cáncer (Carrizales et al. 1999).

### **COMPUESTOS CANCERÍGENOS**

Hay muchos compuestos químicos que se sabe que son cancerígenos, es decir, que pueden causar cáncer en humanos o animales expuestos a ellos. Algunos ejemplos comunes de compuestos cancerígenos son:

**Aflatoxinas:** son sustancias producidas por ciertos tipos de hongos que pueden contaminar los alimentos, especialmente los granos y las nueces. Las aflatoxinas se han relacionado con un mayor riesgo de cáncer de hígado (Armijo y Calderón, 2009).

Benceno: es un compuesto químico utilizado en la producción de muchos productos, como plásticos, caucho, tintas y pesticidas. La exposición prolongada al benceno puede aumentar el riesgo de cáncer de sangre, como la leucemia (Moreno, 2014).

Arsénico: es un metaloide que se encuentra en el agua subterránea y en algunos alimentos, como el arroz. El consumo a largo plazo de agua o alimentos contaminados con arsénico puede aumentar el riesgo de cáncer de piel, pulmón, vejiga y otros órganos (Altamirano y Delgado, 2019).

Tabaco: el consumo de tabaco es la principal causa de cáncer evitable en todo el mundo. Los productos químicos presentes en el humo del tabaco, como el alquitrán y la nicotina, pueden causar cáncer de pulmón, garganta, esófago, páncreas, vejiga, riñón y otros órganos (Gutiérrez et al. 2015).

Radiación ionizante: la exposición a la radiación ionizante, como los rayos X y la radiación de la energía nuclear, puede aumentar el riesgo de cáncer de tiroides, mama, pulmón, piel y otros órganos (Gallego, 2023).

## **PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE.**

Con el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM, definieron criterios para diseñar redes o estaciones de monitoreo, asegurar operaciones eficientes con planificación previa basada en aspectos técnicos. Asimismo, se detallan las acciones de operación, mantenimiento y calibración de cada sistema de medición existentes en las estaciones de monitoreo de aire. La normativa incluye monitoreos relacionados a actividades industriales (extracción y producción), y servicios (pollerías, grifos o estaciones de servicio). Para los grifos o estaciones de servicio, por ejemplo, los parámetros como el material particulado menor a 10 micras o menor a 2.5 micras, no son parámetros a priorizar, muy por el contrario, el benceno, representa ser muy importante en esta actividad (MINAM, 2019).

## ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE

Artículo 2, Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, muestra que los ECA aire son obligatorio en los instrumentos de gestión ambiental de las actividades extractivas, productivas y de servicio (MINAM 2017).

Esta norma presenta el parámetro benceno tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla N° 1:** Valor del Estándar calidad ambiental del Benceno.

Parámetro	Periodo	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Método de análisis
Benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	Anual	2	Cromatografía de gases

Fuente: D.S. N° 003-2017-MINAM

### 1.3 Definición de términos Básicos.

- **Emisión de vapor en combustibles líquidos.**

Las emisiones por evaporación provienen del transporte, almacenamiento y comercialización del combustible líquido, se clasifica en cuatro categorías: vagones, camiones cisternas, embarcaciones marinas y fluviales, ocasionan perdidas de carga, tránsito y lastrado; estaciones de servicios que originan perdidas de carga por las tuberías de venteo de los tanques enterrados; por los vehículos a motor, conllevan a perdidas por llenado de sus tanques; tanques de elevada capacidad, originan pérdidas por respiración y almacenamiento permanente (Evequoz et al. 2013).

- **Sustancia química**

Una sustancia química es cualquier sustancia que tenga una composición química definida y que se pueda separar en componentes individuales mediante métodos químicos. Las sustancias químicas

pueden ser simples, como los elementos químicos, o compuestas, como los compuestos químicos. Los químicos están formados por dos o más elementos químicos que se combinan en proporciones definidas (Raviolo, Garritz, Sosa, 2011).

- **Combustión**

La combustión es una resistencia química exotérmica en la que un combustible (como un hidrocarburo, carbón, madera, gas natural, entre otros) reacciona con un oxidante (como el oxígeno del aire) para producir calor, dióxido de carbono, agua y otros productos de combustión. La combustión es un principio significativo de energía utilizada para crear electricidad, calentar edificios, cocinar alimentos, mover vehículos, entre otras aplicaciones (Roldan, 2013).

- **Efectos adversos**

Son efectos dañinos también pueden ser el resultado de una exposición a un contaminante ambiental, como la contaminación del aire, del agua o del suelo, que pueden afectar la salud humana y la de otros organismos vivos. Estos efectos pueden ser inmediatos o a largo plazo, y pueden variar según la dosis, la duración y la vía de exposición (Rey et al. 2017).

- **Contaminación del aire**

La contaminación del aire se refiere a la presencia en la atmósfera de sustancias químicas y partículas que pueden tener efectos negativos en la salud humana, la flora y la fauna, y en el medio ambiente en general. Las fuentes de contaminación del aire incluyen las emisiones de gases y partículas provenientes de la industria, el transporte, la agricultura, la generación de energía, y otros procesos humanos y naturales (Encinas, 2011).

- **Material sintético**

Un material sintético es un material producido mediante síntesis química o por procesos de ingeniería de materiales. Estos materiales se crean a partir de sustancias químicas básicas que se combinan en procesos de fabricación para crear polímeros y otros compuestos sintéticos. A diferencia de los materiales naturales, como la madera, el algodón o el cuero, los materiales sintéticos no se producen de forma natural (Santos, 2004).

- **Contaminación ambiental**

La contaminación ambiental es la presencia o introducción en el medio ambiente de sustancias, energía o agentes físicos o biológicos que causan efectos negativos en la salud humana, la fauna y la flora, el clima y en general, en el equilibrio del ecosistema (Jiménez, 2001).

- **Hidrocarburo aromático**

Los hidrocarburos aromáticos son un tipo de compuesto orgánico que contiene al menos un anillo de benceno o una estructura similar. Estos compuestos son característicos por su aroma y por su alta estabilidad debido a la presencia de enlaces pi conjugados. Los hidrocarburos aromáticos se encuentran naturalmente en el petróleo y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como la producción de plásticos, medicamentos, pesticidas, tintas y colorantes (Pila et al. 2022).

- **Cromatografía de gases**

La cromatografía de gases es una técnica analítica utilizada para separar y analizar los componentes de una muestra gaseosa. Consiste en inyectar la muestra en una columna de cromatografía de gases, que es un tubo largo y estrecho recubierto por una fase estacionaria que retiene selectivamente los componentes de la muestra. La muestra es

llevada por un gas portador (generalmente nitrógeno o helio) a través de la columna, donde los componentes se separan por su interacción con la fase estacionaria (Gutiérrez, Droguet, 2002).

- **Estación de servicio**

Es una unidad de venta de Combustibles Líquidos al público a través de surtidores y/o dispensadores exclusivamente; y que además ofrecen otros servicios dentro de sus instalaciones adecuadas (MINEM, 1998).

## CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

### 2.1. Variables y definiciones

A continuación, se definen las variables y su definición operacional.

**Tabla N° 2: Matriz de variables y definiciones operacionales.**

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Medios de verificación
X: Fuentes de emisiones.	Es la emanación de los compuestos del petróleo crudo ya sea de forma natural o artificial.	Cualitativo	Olor distintivo que está presente en el área.	Presencia Ausencia	Ficha de observación
			Zona de tanques: Lugar donde se almacenan los combustibles.	Unidades	
Y: Factores que contribuyen a las emisiones.	Son los componentes de la actividad presentes en las estaciones de servicio que contribuyen a las emisiones.	Cualitativo	Dispensadores: Equipos de despacho de combustibles líquidos a los usuarios finales.	Unidades	Ficha de observación
			Tubos de venteo: Tubos conectados a los tanques enterrados para evitar acumulación de vapores de combustibles en el interior de las mismas.	Presencia Ausencia	
Z: Niveles de Emisión del benceno.	Es un proceso químico que sufren los compuestos orgánicos volátiles al combinarse con el ozono troposférico.	Cuantitativa	Concentración de benceno en el aire	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Informe de análisis

**Fuente:** Elaboración propia

## **2.2. Formulación de la hipótesis.**

### **Hipótesis alterna.**

Los niveles de emisión de benceno en las tres estaciones de servicios, del distrito de San Juan Bautista, están por debajo de los estándares establecidos para la calidad del aire.

### **Hipótesis Nula.**

Los niveles de emisión de benceno en las tres estaciones de servicios, del distrito de San Juan Bautista, están por encima de los estándares establecidos para la calidad del aire.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de la investigación.

La presente investigación es de tipo mixto (cuantitativo-cualitativo), con enfoque descriptivo, diseño no experimental, retrospectivo. Es mixto porque se refiere a la integración de enfoques tanto cuantitativos como cualitativos dentro de un único estudio (Hamui, 2013). Como señaló R. Gay (1996), La investigación descriptiva involucra la recopilación de información para analizar hipótesis o responder interrogantes sobre la situación presente de los individuos objeto de estudio. Un estudio descriptivo identifica y describe los comportamientos de los objetos de estudio (Nieto, 2018) y retrospectivo por que tomarán datos de las fuentes secundarias (informes de monitoreos de acuerdo a sus instrumentos de gestión ambiental).

### 3.2. Diseño muestral

#### **Población de estudio.**

El presente trabajo de investigación estaba constituido por la cantidad de aire alrededor de tres estaciones de servicio que se dedican a vender hidrocarburos en el distrito de San Juan Bautista.

**Tabla N° 3:** Estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista

Cantidad	Tipo de permiso	Actividad
18	Estaciones de servicio	Comercialización de Hidrocarburos

**Fuente:** <https://pvo.osinergmin.gob.pe>

## **Tamaño de la población de estudio**

El tamaño de la muestra será a criterio de los investigadores. Realizar monitoreo de aire a las dieciocho (18) estaciones de servicios es costoso. Por lo que será el muestreo en el interior de las tres (3) estaciones de servicios. Considerando la ubicación del establecimiento se ha considerado tener en cuenta lo siguiente:

- a) Estación de servicios de mayor venta de combustible.
- b) Estación de servicios de venta media de combustible.
- c) Estación de servicios de baja venta de combustible.

### **3.3. Procedimiento de recolección de datos.**

#### **3.3.1. Protocolo de muestreo de Benceno.**

##### **a. Instalación del tren de muestreo.**

Se tiene como procedimiento ciertas consideraciones:

- Utilizar guantes al montar el tren de muestreo, romper los extremos del tubo absorbente, e instalar y asegurar el flujo de muestreo, retirar el tubo, taparlo y almacenar para su conservación y transporte en cadena de frío es menor e igual a 6°C.
- Durante el muestreo se debe evitar la exposición del tubo absorbente a la luz solar, el tubo debe permanecer en posición vertical.
- El suministro de energía eléctrica al tren de muestreo debe asegurarse que sea ininterrumpido hasta que culmine el monitoreo, cuyo periodo de muestreo será de cuatro (4) horas.

- Anotar y corroborar la ubicación de la estación de monitoreo utilizando el GPS.
- Posicionar la entrada de aire del tren de muestreo a una altura mínima del suelo para situarla óptimamente cerca del nivel de respiración humana, dentro del rango de 2 a 15 metros de altura.
- La estación de muestreo se instalará en áreas donde el flujo de aire sea despejado y a una distancia considerable de cualquier obstáculo, como edificaciones o estructuras de gran tamaño.

**b. Identificación de las fuentes o factores de emisiones de benceno.**

Las fuentes de emisiones de benceno se encuentran en la zona de actividad conformado por la zona de tanques, tuberías de venteo, zona de isla donde se encuentran instalados los dispensadores para la atención a los usuarios finales. Se procederá a colocar el tren de muestreo en el lugar que se encuentra establecido en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de los establecimientos mencionados, lo cual es aprobado mediante resolución directoral por la Dirección Regional de Energía y Minas de Loreto.

**c. Preparación de la muestra.**

El aire ambiental será aspirado con una bomba, a un caudal conocido, para luego pasar a través de un tubo absorbente; los gases y vapores de los hidrocarburos serán retenidos en la columna de carbón activado y serán determinados en un laboratorio acreditado.

El vapor en cada tubo se desorbe mediante calor y se transporta a través de un gas portador inerte hasta un cromatógrafo de gases que cuenta con una columna capilar y un detector de ionización de llama se convierte en un detector apropiado. La calibración del análisis se realiza añadiendo líquido o vapor al tubo absorbente (Coava y Tovar, 2009).

**Figura N° 1:** *Tubo de carbón activado*



**Fuente:** Elaboración propia

#### **d. Equipos y materiales.**

- Tubo de carbón activado.
- Manguera de teflón de 6 a 10 mm de diámetro, para transportar el aire del ambiente a través del tren de muestreo.
- Bomba de vacío, con flujos bajos y estables (10 a 200 mL/min).
- Rotámetro calibrado.
- Caja de herramientas.
- Cinta adhesiva o de embalaje.
- Cuchilla o navaja.
- Cuaderno de apuntes o formatos de camp.
- Certificados de calibración.

**e. Manejo de la muestra.**

Para manejar la muestra, se seguirán los protocolos de aseguramiento de la calidad establecidos por el laboratorio ambiental acreditado. Estos protocolos especifican los métodos, materiales y el tiempo máximo de conservación permitido para los parámetros de calidad del aire.

**e. Embalaje y envío de la muestra.**

- Los ensayos se etiquetarán adecuadamente, incluyendo el número de muestra, el nombre del recolector, la fecha, la hora y el lugar de recolección.
- Los ensayos se almacenarán en un contenedor térmico para su transporte, acompañadas de un registro de cadena de custodia, formularios de datos de campo y solicitudes de análisis de muestras.
- Las cuantificaciones y análisis realizados durante el monitoreo de calidad del aire se llevarán a cabo por un laboratorio ambiental certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

**f. Emisión de resultados e interpretación.**

Después del período de análisis definido por el Laboratorio Ambiental, se emitirán los resultados para su interpretación y comparación con la normativa ambiental actual. Esto permitirá determinar el nivel de contaminación potencialmente causado por las actividades de comercialización de combustibles en las estaciones de servicio.

### **3.3.2. Calibración.**

#### **Patrones de Calibración.**

Los estándares están compuestos por muestreadores de difusión, similares a los empleados durante la recolección de muestras, los cuales son preparados mediante la adición de una cantidad específica de diversas soluciones patrón. Esto se hace con el fin de abarcar el rango de aplicación del método, que va desde 0.04 µg/muestra hasta 0.8 µg/muestra de benceno. El método de preparación es el siguiente: se coloca el muestreador en el inyector de ¼ de pulgada de un cromatógrafo de gases convencional, en la misma orientación que durante la recolección de muestras. Esto se logra mediante una tuerca de bronce y 2 horrines de goma de ¼ de pulgada para garantizar su estanqueidad. Mientras tanto, se hace circular un gas inerte (nitrógeno) a un caudal de 60 ml/min.

Se añade una porción de 5 µl de la solución patrón correspondiente, y se deja el muestreador conectado en el inyector durante 3 minutos para asegurar que el exceso de solvente (metanol) sea eliminado. Posteriormente, se retira el muestreador del inyector y se sella con los tapones de cierre. Los estándares deben mantenerse cerrados hasta que sean analizados. La concentración del analito en los estándares se determina mediante el cálculo que considera la concentración de la solución patrón y el volumen de la porción dispensada. Se sugiere la preparación de los estándares de calibración en tres réplicas y en al menos seis niveles de concentración distintos que cubran todo el rango de aplicación.

## **Función de calibración**

La función de calibración se determina considerando la masa (m) y la respuesta analítica (área del pico cromatográfico), siguiendo la ecuación siguiente:

$$A = a \times m + b$$

Siendo:

A: el área obtenida en el análisis de cada muestreador patrón

a: la pendiente de la recta de calibración

m: la masa, en  $\mu\text{g}$ , de analito en cada muestreador patrón

b: la ordenada en el origen de la recta de calibración

**NOTA 1.** Después de confirmar que la calibración es lineal dentro del rango de aplicación del método, se puede emplear una función de calibración utilizando al menos tres estándares en un rango más estrecho como, por ejemplo, entre el 50% y el 150% de la concentración esperada (Coava y Tovar, 2009).

**NOTA 2.** Una técnica diferente para la preparación de la calibración es el control gravimétrico de las mediciones de volumen, lo que permite corregir las principales fuentes de error asociadas a estas mediciones (Coava y Tovar, 2009).

## **Recuperación Analítica**

Cuando se lleva a cabo la calibración utilizando muestras patrón, la recuperación analítica se incluye en la calibración y, por lo tanto, no se requiere ninguna corrección adicional en los resultados de las muestras analizadas, ya que se asume una recuperación del 100%.

### **3.3.3. Acceso a información.**

#### **a) Acceso a información primaria.**

La información inicial será obtenida de los participantes directos, que ofrecen los servicios de venta de hidrocarburos (estaciones de servicio) y de los datos recopilados mediante mediciones en varios lugares dentro del distrito.

#### **b) Información secundaria.**

Los datos serán recopilados a partir de los registros de monitoreo llevados a cabo por entidades como el Organismo de Fiscalización Ambiental, el IIAP, la Dirección Regional de Energía y Minas de Loreto, y en caso de ser necesario, se intentará obtener información directamente de la empresa que presta el servicio. Además, se utilizarán otros registros disponibles, aunque estos son limitados, para establecer una base preliminar de información.

#### **c) Selección de las zonas de intervención.**

Las áreas seleccionadas para recopilar información se determinarán a partir de la lista de empresas de venta de combustible.

### **3.3.4. Recolección de datos.**

Los datos se recogerán utilizando un dispositivo de muestreo para medir la concentración de benceno. La cantidad de benceno en la muestra se determinará en miligramos mediante la interpolación del área en la curva de calibración

### **Características del funcionamiento del método.**

Hemos evaluado las características operativas del método utilizando los datos recopilados durante su validación, los cuales se obtuvieron mediante el empleo de muestreadores de difusión expuestos a atmósferas de benceno. El método ha sido validado para un rango de aplicación de 0.325 a 6.50 mg/m<sup>3</sup>. Se recomienda un tiempo de muestreo de cuatro horas, aunque también puede utilizarse para exposiciones de entre 30 minutos y seis horas. El caudal de difusión, establecido experimentalmente en un rango de velocidades de aire ambiente de 0.2 a 2 m/s, es de 0.499 ml/min. Según el criterio de la IUPAC, los límites de detección (LOD) y cuantificación (LOQ) del método analítico se han calculado como tres y diez veces, respectivamente, la desviación estándar de los residuos de una línea de calibración preparada con patrones de concentraciones cercanas a los límites de detección esperados:

LOD (µg/muestra)	LOQ (µg/muestra)
0.003	0.009

La incertidumbre expandida relacionada con la medición de la concentración de benceno en el aire dentro del rango de aplicación del método es

$$U = \pm 32\% (k = 2)$$

Se debe tener en cuenta la incertidumbre de la medida como una guía, y se requiere una estimación específica para cada situación.

NOTA. El documento del INSST Criterios y Recomendaciones CR-07/2011 proporciona pautas para calcular la incertidumbre en la medición de agentes químicos capturados mediante

muestreo por difusión y analizados mediante cromatografía de gases con desorción térmica.

### **3.3.5. Materiales de Campo.**

- a) Movilidad Terrestre.
- b) Equipo Informático.
- c) Tren de muestreo.
- d) Mesa.
- e) GPS.
- f) Libreta de Campo.
- g) Cámara Fotográfica.

### **3.4. Procesamiento y análisis de datos.**

Los datos fueron presentados a través de tablas, gráficos, figuras, y analizados mediante estadística descriptiva. Para el procedimiento estadístico, se realizó con el Programa Microsoft Excel y SPSS.

### **3.5. Aspectos éticos.**

La evaluación de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista considera diversos aspectos éticos de las cuales se describe:

**Salud pública:** El benceno es un compuesto químico tóxico y carcinógeno conocido. Evaluar las emisiones de benceno es éticamente importante para proteger la salud pública, de ese modo se garantiza que los niveles de benceno se mantengan dentro de los límites aceptables para proteger a los trabajadores de las estaciones de servicio y a los residentes cercanos.

**Transparencia y divulgación de información:** Es ético proporcionar a la comunidad, información clara y precisa sobre las evaluaciones de emisiones de benceno en las estaciones de servicio. De este modo se promueve la confianza y permite que las personas tomen decisiones informadas sobre su salud y bienestar.

**Responsabilidad ambiental:** Las estaciones de servicio tienen la responsabilidad de minimizar las emisiones tóxicas y proteger el medio ambiente. Evaluar las emisiones de benceno implica asumir la responsabilidad de reducir los impactos negativos en el entorno local y trabajar hacia prácticas más sostenibles con el medio ambiente y la sociedad.

**Cumplimiento normativo:** Evaluar las emisiones de benceno en las estaciones de servicio también se relaciona con el cumplimiento de las regulaciones y normativas ambientales. Es ético que las estaciones de servicio cumplan con las leyes y reglamentos pertinentes para proteger la salud y el medio ambiente.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Fuentes de emisión

A continuación, se presenta la fuente de emisión que consiste en la cantidad de combustible comprado para el año 2023 de la primera estación de servicio que tiene mayor venta.

**Tabla N° 4: Cálculo del Benceno en la estación de servicio con mayor venta.**

2023 Meses	Gasolina		Benceno al 2%		Benceno Total, al 2%
	Premium	Regular	Premium	Regular	
1	44090	37708	881.8	754.2	1636.0
2	41790	36088	835.8	721.8	1557.6
3	45588	34942	911.8	698.8	1610.6
4	42940	36898	858.8	738.0	1596.8
5	43689	35515	873.8	710.3	1584.1
6	43723.8	35157.4	874.5	703.1	1577.6
7	43758.6	34799.8	875.2	696.0	1571.2
8	43793.4	34442.2	875.9	688.8	1564.7
9	43828.2	34084.6	876.6	681.7	1558.3
10	43863	33727	877.3	674.5	1551.8
11	43897.8	33369.4	878.0	667.4	1545.3
12	43932.6	33011.8	878.7	660.2	1538.9

**Fuente:** Elaboración propia

En ese sentido, mostramos los resultados de la cantidad de benceno en litro durante la comercialización para la estación con mayor venta.

**Tabla N° 5: Cantidad de Benceno volatilizado en estación de mayor venta.**

2023 Meses	Gasolina	Benceno	Combustión	Volatiliza	Benceno Litros
	Total, Gal	Total, al 2%	99.50%	0.50%	
1	81798	1636.0	1627.8	8.2	31.0
2	77878	1557.6	1549.8	7.8	29.5
3	80530	1610.6	1602.5	8.1	30.5
4	79838	1596.8	1588.8	8.0	30.2
5	79204	1584.1	1576.2	7.9	30.0
6	78881.2	1577.6	1569.7	7.9	29.9
7	78558.4	1571.2	1563.3	7.9	29.7
8	78235.6	1564.7	1556.9	7.8	29.6
9	77912.8	1558.3	1550.5	7.8	29.5
10	77590	1551.8	1544.0	7.8	29.4
11	77267.2	1545.3	1537.6	7.7	29.2
12	76944.4	1538.9	1531.2	7.7	29.1

**Fuente:** Elaboración propia

Del mismo modo, se presenta la fuente de emisión que consiste en la cantidad de combustible comprado para el año 2023 de la segunda estación de servicio que tiene venta intermedia.

**Tabla N° 6: Cálculo del Benceno en la estación de servicio con venta intermedia.**

2023 Meses	Gasolina		Benceno al 2%		Benceno
	Premium	Regular	Premium	Regular	Total, al 2%
1	23200	33400	464.0	668.0	1132.0
2	31400	28400	628.0	568.0	1196.0
3	27200	36052	544.0	721.0	1265.0
4	27300	30900	546.0	618.0	1164.0
5	29300	32226	586.0	644.5	1230.5
6	30110	32241.2	602.2	644.8	1247.0
7	30920	32256.4	618.4	645.1	1263.5
8	31730	32271.6	634.6	645.4	1280.0
9	32540	32286.8	650.8	645.7	1296.5
10	33350	32302	667.0	646.0	1313.0
11	34160	32317.2	683.2	646.3	1329.5
12	34970	32332.4	699.4	646.6	1346.0

**Fuente:** Elaboración propia

Sin duda alguna, mostramos los resultados de la cantidad de benceno que se emite a la atmosfera durante el proceso de comercialización de hidrocarburo líquido para estación de venta intermedia.

**Tabla N° 7: Cantidad de Benceno volatilizado en estación de venta intermedia.**

2023 Meses	Gasolina	Benceno	Combustión	Volatiliza	Benceno
	Total, Galón	Total, al 2%	99.50%	0.50%	Litros
1	56600	1132.0	1126.3	5.7	21.4
2	59800	1196.0	1190.0	6.0	22.6
3	63252	1265.0	1258.7	6.3	23.9
4	58200	1164.0	1158.2	5.8	22.0
5	61526	1230.5	1224.4	6.2	23.3
6	62351.2	1247.0	1240.8	6.2	23.6
7	63176.4	1263.5	1257.2	6.3	23.9
8	64001.6	1280.0	1273.6	6.4	24.2
9	64826.8	1296.5	1290.1	6.5	24.5
10	65652	1313.0	1306.5	6.6	24.8
11	66477.2	1329.5	1322.9	6.6	25.2
12	67302.4	1346.0	1339.3	6.7	25.5

**Fuente:** Elaboración propia

Consecuentemente, se presenta la fuente de emisión que consiste en la cantidad de combustible comprado para el año 2023 de la tercera estación de servicio que tiene menor venta.

**Tabla N° 8: Cálculo del Benceno en la estación de servicio con menor venta.**

2023 Meses	Gasolina		Benceno al 2%		Benceno
	Premium	Regular	Premium	Regular	Total, al 2%
1	30208	35236	604.2	704.7	1308.9
2	28486	30184	569.7	603.7	1173.4
3	30600	26490	612.0	529.8	1141.8
4	29347	32710	586.9	654.2	1241.1
5	29543	28337	590.9	566.7	1157.6
6	29496.1	27209.8	589.9	544.2	1134.1
7	29449.2	26082.6	589.0	521.7	1110.6
8	29402.3	24955.4	588.0	499.1	1087.2
9	29355.4	23828.2	587.1	476.6	1063.7
10	29308.5	22701	586.2	454.0	1040.2
11	29261.6	21573.8	585.2	431.5	1016.7
12	29214.7	20446.6	584.3	408.9	993.2

**Fuente:** Elaboración propia

finalmente, mostramos los resultados de la cantidad de benceno que se emite a la atmosfera durante el proceso de comercialización de hidrocarburo líquido para estación de menor venta.

**Tabla N° 9: Cantidad de Benceno volatilizado en estación de menor venta.**

2023 Meses	Gasolina	Benceno	Combustión	Volatiliza	Benceno
	Total, Galón	Total, al 2%	99.50%	0.50%	Litros
1	65444	1308.9	1302.3	6.5	24.8
2	58670	1173.4	1167.5	5.9	22.2
3	57090	1141.8	1136.1	5.7	21.6
4	62057	1241.1	1234.9	6.2	23.5
5	57880	1157.6	1151.8	5.8	21.9
6	56705.9	1134.1	1128.4	5.7	21.5
7	55531.8	1110.6	1105.1	5.6	21.0
8	54357.7	1087.2	1081.7	5.4	20.6
9	53183.6	1063.7	1058.4	5.3	20.1
10	52009.5	1040.2	1035.0	5.2	19.7
11	50835.4	1016.7	1011.6	5.1	19.2
12	49661.3	993.2	988.3	5.0	18.8

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. Factores que contribuyen la emisión

Estación con mayor venta podemos indicar lo siguiente:

### Zona de tanque

Almacenamiento con una capacidad de almacenamiento de 4538, 3218 galones de gasolina de premium y regular y dos tanques de 4538 galones de diésel. Cuyas características se presentan a continuación

**Tabla N° 10:** Características del tanque de almacenamiento, estación con mayor venta.

Características	Especificaciones
Capacidad	5000 galones
Dimensiones	Longitud total: 4 m, diámetro: 1.2616 m
Material	Plancha de acero ASTM A36 de 3/16"
Presión de diseño	20 PSI
Presión de prueba	15 PSI
Norma de Fabricación	ASTM, Código UL - 58
Inspección	Prueba hidrostática
Protección	Pintura de superficie y catódica de acuerdo a la norma NACE

**Fuente:** Declaración de Impacto Ambiental

A continuación, se muestra un diseño de tanque soterrado.

**Figura N° 2:** Tanques soterrados



**Fuente:** Elaboración propia

## Dispensadores

El proyecto contempla la instalación de cuatro dispensadores por isla. Todos los dispensadores tendrán seis mangueras, con flujo constante y seguro para evitar accidentes, las especificaciones se verán a continuación:

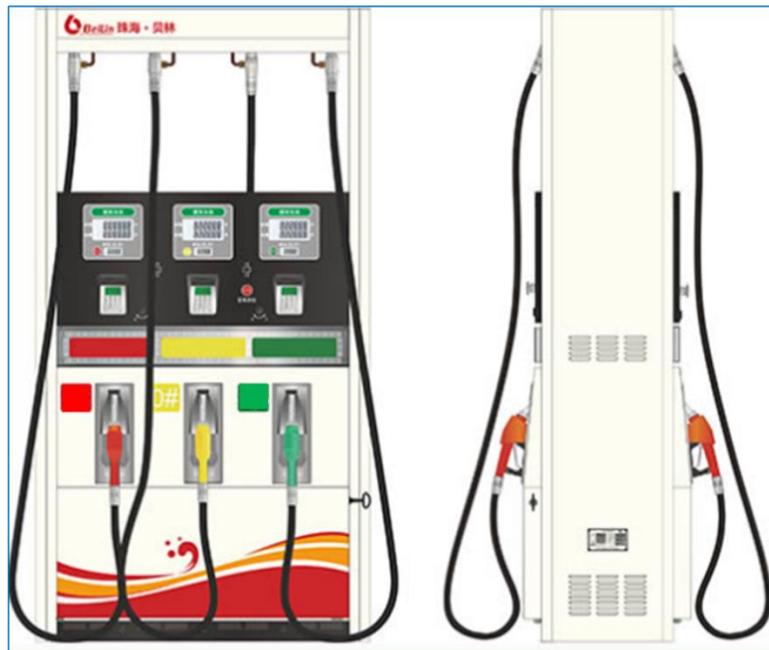
**Tabla N° 11:** Características del dispensador de la estación con mayor venta.

Características	Especificaciones
Marco	ALTEL
Modelo	Autogas FL
Tipo	Gabinete Normal
Medidor	Tubería de larga duración
Capacidad	30 GPM
Despachador	Dos mangueras de $\frac{3}{4}$ $\phi$ de alta presión
Sistema	Antiexplosión
Material de acabado	Acero inoxidable y pintura epóxica horneada
Servicios	G-90, G-84, D-B5

**Fuente:** Declaración de Impacto Ambiental

A continuación, se muestra la representación de un dispensador con seis mangueras.

**Figura N° 3:** Características del dispensador de la primera estación.



**Fuente:** <http://www.fueldispensers4u.com>

## **Tubo de venteo**

Los respiraderos atmosféricos abiertos están instalados en la parte superior de las tuberías de ventilación subterráneas o Tanques de almacenamiento de combustible sobre el suelo. La ventilación, la tapa y la pantalla de alambre interna están diseñadas para proteger las líneas de ventilación del tanque contra intrusión y bloqueo de agua, escombros o insectos. Estos respiraderos están siempre abiertos a la atmósfera y permita que cualquier presión o aspire en el tanque para ventilar.

**Figura N° 4:** *Tubo de venteo de la estación con mayor venta.*



**Fuente:** Elaboración propia

Según la estación de servicio de la segunda estación de servicio con venta intermedia podemos indicar lo siguiente:

## **Zona de tanque**

Se aprecia que el administrado cuenta con una capacidad de almacenamiento de 3000 galones de gasolina de premium y 3000

galones de gasolina regular y dos tanques de 4000 galones de diésel. El tipo de instalación será soterrada, dentro de una estructura de concreto armado cuyas características se presentan a continuación:

**Tabla N° 12:** Características del tanque de almacenamiento de la segunda estación.

Características	Especificaciones
Capacidad	4000 galones
Dimensiones	Longitud total: 4 m, diámetro: 1.284 m
Tipo	Soterrado, cilíndrico, horizontal, cabeza esférica
Material	Plancha de acero ASTM A36 de 3/16"
Presión de diseño	20 PSI
Presión de prueba	15 PSI
Norma de Fabricación	ASTM, Código UL - 58
Inspección	Prueba hidrostática
Instrumentos y accesorios	Completo
Protección	Pintura de superficie y catódica de acuerdo a la norma NACE

**Fuente:** Declaración de Impacto Ambiental

A continuación, se muestra la representación de la zona de tanque.

**Figura N° 5:** Características del tanque de almacenamiento de la segunda estación.



**Fuente:** Elaboración propia

## Dispensadores

El proyecto contempla la instalación de cuatro dispensadores por isla. Todos los dispensadores tendrán seis mangueras, cada dispensador está diseñado el flujo constante de producto en forma segura, proviniendo derrames y accidente, se muestran las especificaciones se verán a continuación:

**Tabla N° 13:** Características del dispensador de la segunda estación.

Características	Especificaciones
Marco	ALTEL
Modelo	Autogas FL
Tipo	Gabinete Normal
Medidor	Tubería de larga duración
Capacidad	30 GPM
Despachador	Dos mangueras de $\frac{3}{4}$ $\phi$ de lata presión
Sistema	Antiexplosión
Material de acabado	Acero inoxidable y pintura epóxica horneada
Servicios	G-90, G-84, D-B5

**Fuente:** Declaración de Impacto Ambiental

A continuación, se muestra la representación de un dispensador con seis mangueras.

**Figura N° 6:** Características del dispensador de la segunda estación.



**Fuente:** Elaboración propia

## **Tubo de venteo**

Los respiraderos atmosféricos abiertos están instalados en la parte superior de las tuberías de ventilación subterráneas o tanques de almacenamiento de combustible sobre el suelo. La ventilación, la tapa y la pantalla de alambre interna están diseñadas para proteger las líneas de ventilación del tanque contra intrusión y bloqueo de agua, escombros o insectos. Estos respiraderos están siempre abiertos a la atmósfera y permita que cualquier presión o aspire en el tanque para ventilar.

**Figura N° 7:** *Características de los tubos de venteo de la segunda estación.*



**Fuente:** Elaboración propia

Según la estación de servicio de la tercera estación de servicio con menor venta podemos indicar lo siguiente:

## **Zona de tanque**

Se aprecia que el administrado cuenta con una capacidad de almacenamiento de 5494 galones de diésel y 5494 galones de gasolina de premium y 5494 galones de gasolina regular. El tipo de instalación

será soterrada, dentro de una estructura de concreto armado cuyas características se presentan a continuación

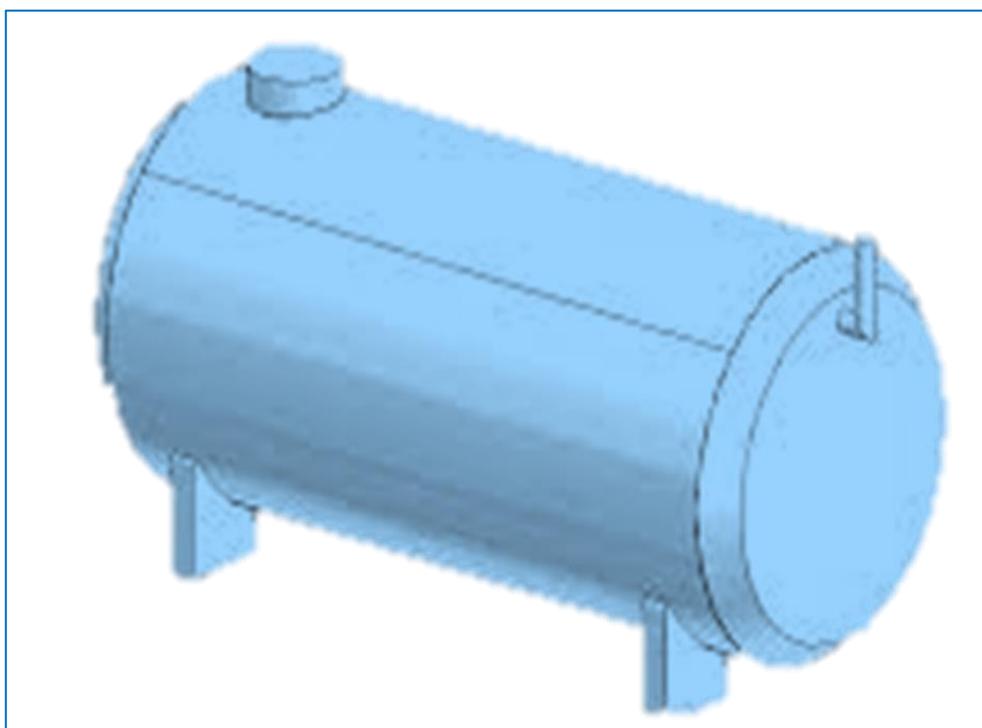
**Tabla N° 14:** Características del tanque de almacenamiento de la tercera estación.

Características	Especificaciones
Capacidad	5000 galones
Dimensiones	Longitud total: 4 m, diámetro: 1.2616 m
Tipo	Soterrado, cilíndrico, horizontal, cabeza esférica
Material	Plancha de acero ASTM A36 de 3/16"
Presión de diseño	20 PSI
Presión de prueba	15 PSI
Norma de Fabricación	ASTM, Código UL - 58
Inspección	Prueba hidrostática
Instrumentos y accesorios	Completo
Protección	Pintura de superficie y catódica de acuerdo a la norma NACE

**Fuente:** Declaración de Impacto Ambiental

A continuación, se muestra la representación de un tanque de almacenamiento de combustible.

**Figura N° 8:** Características del tanque de almacenamiento de la tercera estación.



**Fuente:** Elaboración propia

## Dispensadores

El proyecto contempla la instalación de cinco dispensadores por isla. Un dispensador tendrá seis mangueras, dos dispensadores tendrán cuatro mangueras y dos dispensadores tendrán 2 mangueras, las especificaciones se verán a continuación:

**Tabla N° 15:** Características del dispensador de la estación con menor venta.

Características	Especificaciones
Marco	ALTEL
Modelo	Autogas FL
Tipo	Gabinete Normal
Medidor	Tubería de larga duración
Capacidad	30 GPM
Despachador	Dos mangueras de $\frac{3}{4}$ $\phi$ de lata presión
Energía	120/240 VCA 60 HZ
Sistema	Antiexplosión
Material de acabado	Acero inoxidable y pintura epóxica horneada
Contómetro	Compresor automático de temperatura y visor de flujo
Servicios	G-90, G-84, D-B5

**Fuente:** Declaración de Impacto Ambiental

**Figura N° 9:** Características del dispensador de la estación con menor venta.



**Fuente:** <http://fueldispensers4u.com>

## Tubo de venteo

Los respiraderos atmosféricos abiertos están instalados en la parte superior de las tuberías de ventilación subterráneas o tanques de almacenamiento de combustible sobre el suelo. La ventilación, la tapa y la pantalla de alambre interna están diseñadas para proteger las líneas de ventilación del tanque contra intrusión y bloqueo de agua, escombros o insectos. Estos respiraderos están siempre abiertos a la atmósfera y permita que cualquier presión o aspire en el tanque para ventilar.

**Figura N° 10:** Características de los tubos de venteo, estación con menor venta.



**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. Niveles de emisión

Se muestra los resultados del monitoreo realizado desde el primer semestre 2018 al segundo semestre 2023, de la primera estación con mayor venta podemos determinar lo siguiente:

**Tabla N° 16:** *Resultados de la estación de servicio con mayor venta.*

Periodo	Monitoreo	Valor en ug/L
I SEMESTRE	11/07/2018	<0.1
II SEMESTRE	24/12/2018	<0.1
I SEMESTRE	29/06/2019	<0.1
II SEMESTRE	23/12/2019	<0.1
II SEMESTRE	26/11/2020	<0.94
I SEMESTRE	27/06/2021	<0.94
II SEMESTRE	26/12/2021	< 0.75
I SEMESTRE	24/06/2022	< 0.75
II SEMESTRE	19/12/2022	< 0.75
I SEMESTRE	6/06/2023	< 0.75
II SEMESTRE	21/12/2023	< 0.75

**Fuente:** Elaboración propia

Seguidamente, los resultados del monitoreo realizado desde el primer semestre 2018 al segundo semestre 2023, de la segunda estación con venta intermedia podemos determinar lo siguiente:

**Tabla N° 17:** *Resultados de la estación de servicio con venta intermedia.*

Periodo	Monitoreo	Valor en ug/L
I SEMESTRE	12/07/2018	<0.1
II SEMESTRE	24/12/2018	<0.1
I SEMESTRE	29/06/2019	<0.1
II SEMESTRE	26/12/2019	<0.1
II SEMESTRE	30/11/2020	<0.94
I SEMESTRE	30/06/2021	<0.94
II SEMESTRE	26/12/2021	< 0.75
I SEMESTRE	24/06/2022	< 0.75
II SEMESTRE	19/12/2022	< 0.75
I SEMESTRE	06/06/2023	< 0.75
II SEMESTRE	21/11/2023	< 0.75

**Fuente:** Elaboración propia

De la misma manera, se muestra los resultados del monitoreo realizado desde el primer semestre 2018 al segundo semestre 2023, de la tercera estación con menos venta podemos determinar lo siguiente:

**Tabla N° 18:** Resultados de la estación de servicio con menor venta.

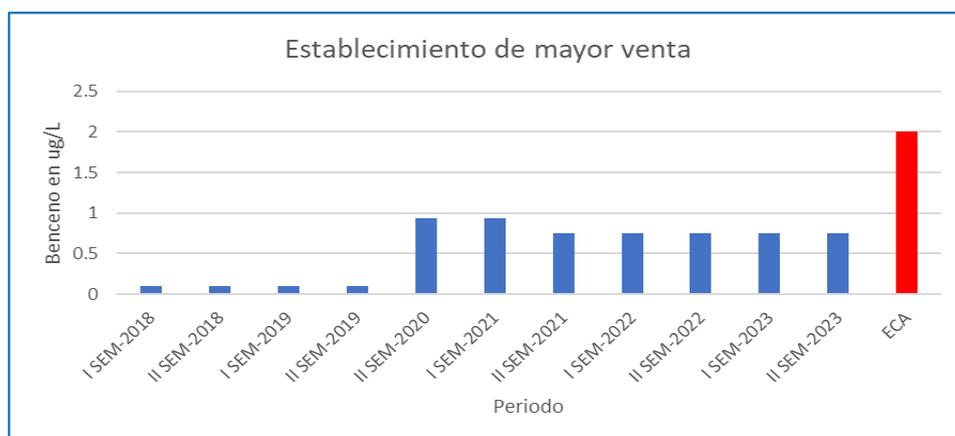
Periodo	Monitoreo	Valor en ug/L
I SEMESTRE	11/07/2018	<0.1
II SEMESTRE	24/12/2018	<0.1
I SEMESTRE	29/06/2019	<0.1
II SEMESTRE	23/12/2019	<0.1
II SEMESTRE	26/11/2020	<0.94
I SEMESTRE	26/06/2021	<0.94
II SEMESTRE	27/12/2021	< 0.75
I SEMESTRE	24/06/2022	< 0.75
II SEMESTRE	19/12/2022	< 0.75
I SEMESTRE	07/06/2023	< 0.75
II SEMESTRE	21/11/2023	< 0.75

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Comparación con el estándar de calidad ambiental

Los informes de los monitores del principal establecimiento con mayor volumen de ventas nos brindan información crucial sobre los niveles de emisión del parámetro benceno. Sin embargo, es necesario realizar una comparación con los estándares de calidad ambiental del aire. A continuación, presentamos esta comparación en la siguiente gráfica:

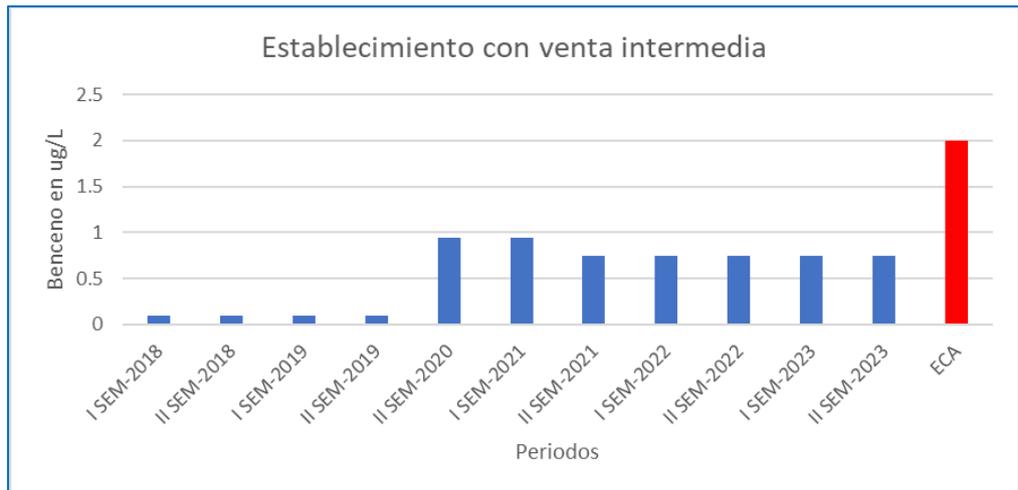
**Figura N° 11:** Resultado comparado con el ECA de la primera estación de servicio.



Nota: Elaboración propia

La información esencial acerca de los niveles de emisión de benceno se encuentra en los informes de los monitores del segundo establecimiento, que tiene una venta intermedia. No obstante, es imprescindible contrastar estos datos con el estándar de calidad ambiental del aire. A continuación, mostramos esta comparación en la gráfica que sigue:

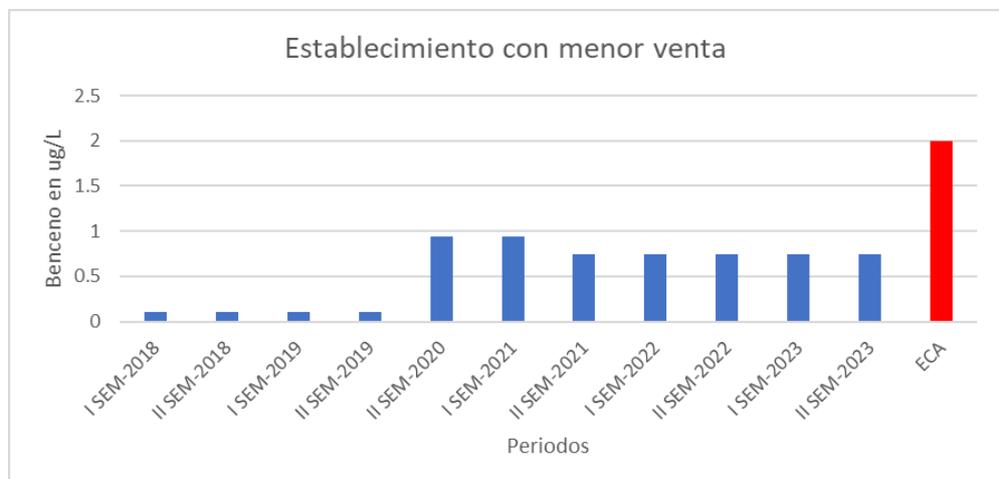
**Figura N° 12:** Resultado comparado con el ECA de la segunda estación de servicio.



**Nota:** Elaboración propia

Los informes de monitoreo del tercer establecimiento, que tiene menor ventas, proporcionan la información clave sobre los niveles de emisión de benceno. Sin embargo, es necesario comparar estos datos con el estándar de calidad ambiental del aire. A continuación, presentamos esta comparación en la gráfica que sigue

**Figura N° 13:** Resultado comparado con el ECA de la tercera estación de servicio.



**Nota:** Elaboración propia

Sobre el particular, como los resultados son idénticos a las tres estaciones de servicio podemos señalar que, la muestra evaluada reportó valores menores al nivel de Benceno que puede soportar el cuerpo receptor, siendo el **promedio de 0.5484 y una desviación estándar de 0.36251**, como se aprecia en la siguiente tabla N° 16.

**Tabla N° 19:** Promedio de los resultados para una muestra independiente.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Benceno	11	0.5482	0.36251	0.10930

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, en vista que el p-valor obtenido ( $p < 0.001$ ), existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis del investigador. Este resultado confirma que los resultados del benceno se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental para aire.

**Tabla N° 20:** Contraste de hipótesis de la investigación.

Valor de prueba = 2						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Benceno	-13.283	10	0.000	-1.45182	-1.6954	-1.2083

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La investigación realizada proporciona una visión importante sobre los niveles de benceno en las estaciones de servicio y su conformidad con los estándares de calidad ambiental del aire. El benceno es un compuesto químico de gran importancia industrial como manifiesta **Zevallos 2018**, utilizado en la fabricación de una variedad de productos cotidianos. Sin embargo, su potencial impacto en la salud humana y el medio ambiente ha suscitado preocupaciones significativas como menciona **Zubizarreta et al, en el 2018**.

El enfoque de nuestro estudio fue determinar si los niveles de benceno excedían los límites permitidos por el ECA. Para lograr esto, empleamos una metodología de absorción de aire en carbón activado y su posterior análisis en un cromatógrafo de gases como lo establece la **EPA 2008**.

Los resultados obtenidos revelaron que la cantidad de benceno emitida por cada establecimiento variaba, con valores de 357.6 litros, 284.9 litros y 254.9 litros respectivamente como lo manifiesta **Ceballos 2011 y Rodríguez & Esteider en el 2018**. Además, el nivel promedio detectado de benceno en el aire fue de 0.5482 ug/L se compara con lo encontrado por **Gonzales et al, 2020**. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la magnitud de las emisiones de benceno y su potencial impacto en la calidad del aire como menciona **Manosalva en el 2020**.

Lo más importantes de nuestra investigación es que los niveles de benceno volatilizado en los establecimientos no exceden los estándares de calidad ambiental para el aire como manifiesta **Dongo & Casavilca en el 2022**. Esto sugiere que, en términos generales, los establecimientos están operando dentro de los límites permitidos en cuanto a las emisiones de benceno.

Sin embargo, es importante reconocer algunas limitaciones de nuestro estudio, como la falta de datos a largo plazo y la necesidad de considerar otros posibles factores contribuyentes a las emisiones de benceno en las estaciones de servicio. Por lo tanto, se recomienda realizar investigaciones futuras que aborden estas cuestiones y proporcionen una comprensión más completa de la situación.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. Se determinó que la cantidad anual de emisiones es de 357.6 litros para el establecimiento con mayor volumen de ventas, de 284.9 litros para el establecimiento con ventas intermedias, y de 254.9 litros para el establecimiento con menor volumen de ventas. Esto resulta en un promedio de 299.1 litros por establecimiento.
2. Se ha identificado que las principales fuentes de emisiones de benceno son la carga y descarga de combustible, la evaporación de los tanques a través de los tubos de venteo, y el proceso de dispensación. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar medidas de control específicas en estas áreas para reducir las emisiones de benceno en las estaciones de servicio.
3. El nivel promedio de emisión de benceno durante los once períodos, que comprenden desde el primer semestre de 2018 hasta el segundo semestre de 2023, excluyendo el primer semestre de 2020 debido a la pandemia, fue calculado en 0.5482 ug/L.
4. Se observa una diferencia de medias de -1.45182, lo que sugiere que se acepta la hipótesis planteada por el investigador, respaldada por un p-valor inferior a 0.001. Este resultado indica que los niveles de benceno no exceden los estándares establecidos para la calidad del aire.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio exhaustivo de las prácticas de manejo y almacenamiento de combustible en las estaciones de servicio seleccionadas.
- Inspeccionar detalladamente los tanques de almacenamiento, los sistemas de distribución de combustible, los equipos de carga y descarga, así como cualquier otro componente relacionado con el almacenamiento y manejo de combustible.
- Evaluar el mantenimiento de los equipos y las medidas de control de emisiones implementadas en cada estación de servicio.
- Implementar un programa de monitoreo continuo de la calidad del aire en las estaciones de servicio en puntos estratégicos dentro y alrededor de cada establecimiento.
- Registrar los niveles de benceno en tiempo real a lo largo del día y durante un período prolongado. Este enfoque proporcionaría información detallada sobre los niveles de emisiones de benceno en las estaciones de servicio y ayudaría a evaluar la efectividad de cualquier medida de control implementada para reducir las emisiones.

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- AGUILAR CANO, J.D. y VELARDE LICUONA, L.A., 2019. Incremento de ingresos y crecimiento del parque automotor en la provincia de Cusco periodo 2010-2018. En: Accepted: 2020-09-21T20:11:58Z, *Universidad Andina del Cusco* [en línea], [consulta: 21 abril 2024]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3422>.
- ALCÁNTAR GONZÁLEZ, F.S., ELIZALDE SEGOVIA, R., OLVERA SANTOS, M.G., LÓPEZ HERRERA, D. y CRUZ GÓMEZ, M.J., 2020. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE BENCENO EN LAS GASOLINAS Y ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE ESTE COMPUESTO AL AMBIENTE. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], vol. 36, no. 2, [consulta: 11 octubre 2022]. DOI 10.20937/RICA.53402. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.53402>.
- ALCEDO, R.G.R., 2017. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs) EN LA INDUSTRIA DE PINTURAS Y SUS DISOLVENTES EN PERÚ – ANÁLISIS DE CASO Y ESTRATEGIAS DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SALUD OCUPACIONAL. ,
- ALTAMIRANO, M. y DELGADO, V., 2019. Contaminación natural por arsénico en las aguas subterráneas de la comunidad rural “La Fuente”, para sugerir y promover el uso de fuentes alternativas de agua segura municipio La Paz Centro, León, Nicaragua. *Revista Torreón Universitario*, vol. 8, no. 23, ISSN 2313-7215. DOI 10.5377/torreon.v8i23.9533.
- ARMIJO, J. y CALDERÓN, C., 2009. ESQUEMA DE ACCIONES PARA EVITAR, CONTROLAR Y DESINFECTAR PRODUCTOS DE HONGOS Y AFLATOXINAS. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, vol. 12, no. 2, ISSN 1609-7599.
- BLASS A, G., PANAMA T, L.A. y CORRALES C, D., 2003. Volatile organic compound (VOC) determination in working atmospheres; Determinacion de compuestos organicos volatiles (VOC) en ambiente laboral. [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/20543274>.
- CALVA B., L.G., BOTELLO, A.V. y PONCE VÉLEZ, G., 2005. Composición de hidrocarburos alifáticos en sedimentos de la laguna Sontecomapan, Ver., México. *Hidrobiológica*, vol. 15, no. 1, ISSN 0188-8897.
- CARRIZALES-YÁÑEZ, L., BATRES, L., ORTIZ, M., MEJIA, J., YÁÑEZ, L., GARCÍA, E., HERNÁNDEZ, H. y DÍAZ-BARRIGA, F., 1999. Efectos en Salud Asociados con la Exposición a Residuos Peligrosos. , vol. 2,

- CEBALLOS, J.S.T., 2011. ESTUDIO DEL PRECIO DE LA GASOLINA Y ANÁLISIS DE LA EVAPORACIÓN DEL COMBUSTIBLE EN LA COOPERATIVA NARIÑENSE DE TAXISTAS LTDA. PERÍODO 2011 – 2015. ,
- CHISE APAZA, H.G., 2018. Factores Laborales y Toxicidad por Benceno en Trabajadores de Gasolineras de Moquegua.2017. En: Accepted: 2018-07-03T16:45:36Z, *Universidad Católica de Santa María - UCSM* [en línea], [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/7903>.
- COAVA PÉREZ, J.C. y TOVAR GONZÁLEZ, U. de J., 2009. Caracterización de compuestos orgánicos volátiles (VOC's) por cromatografía de alta velocidad. En: Accepted: 2019-06-24T12:47:22Z [en línea], [consulta: 21 abril 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2539>.
- DIAZ SAAVEDRA, M.S., 2020. *Revisión sistemática de la literatura relacionada con benceno en Colombia, frente al alcance de la guía de atención integral de Salud Ocupacional (GATISO) y la guía de atención integral de seguridad y salud en el trabajo para trabajadores expuestos a benceno (GATISST) Versión 2015* [en línea]. Thesis. S.I.: Corporación Universitaria Minuto de Dios. [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/16644>.
- DONGO, C. y CASAVILCA, N.M.-, 2022. Análisis del benceno como indicador de la calidad del aire en los establecimientos de combustibles. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, vol. 25, no. 50, ISSN 1682-3087. DOI 10.15381/iigeo.v25i50.24250.
- ENCINAS MALAGON, M., 2011. Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos. ,
- ESPINOZA, A.J.G., MOSCOSO, D.J.C. y ESPINOZA, C.G., 2022. Identificación y evaluación de los contaminantes ambientales generado por las estaciones de servicios de combustibles en el cercado de Ica. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica* [en línea], vol. 3, no. 4, [consulta: 19 abril 2023]. ISSN 2706-6789. DOI 10.47190/nric.v3i4.1. Disponible en: <https://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/199>.
- EVEQUOZ, O., SBARATO, D., KOROCH, A., RIVAROLA, E., SBARATO, V., EMILIO, O.J., ROSA, S.M. y MANUEL, C., 2013. Pérdidas evaporativas por almacenamiento y distribución de combustibles en estaciones de servicio. Análisis de su problemática y propuesta de marco regulatorio local. ,
- GALLEGO, E., 2023. Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes. ,

- GAMONAL, D. y FIESTAS, G., 2018. comprensión, ya que fueron pilares para lograr nuestras metas. ,
- GUTIÉRREZ BOUZÁN, M.C. y DROGUET, M., 2002. La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor. En: Accepted: 2007-04-19T14:14:29Z [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. ISSN 1131-6756. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/2733>.
- GUTIÉRREZ-ABEJÓN, E., REJAS-GUTIÉRREZ, J., CRIADO-ESPEGEL, P., CAMPO-ORTEGA, E.P., BREÑAS-VILLALÓN, M.T. y MARTÍN-SOBRINO, N., 2015. Impacto del consumo de tabaco sobre la mortalidad en España en el año 2012. *Medicina Clínica*, vol. 145, no. 12, ISSN 0025-7753. DOI 10.1016/j.medcli.2015.03.013.
- HAMUI, A., 2013. Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*, vol. 2, no. 8, ISSN 2007-5057.
- JIMÉNEZ, B.E., 2001. *La Contaminación Ambiental en México*. S.I.: Editorial Limusa. ISBN 978-968-18-6042-4.
- LÓPEZ, T. de J. y LÓPEZ, L., 1999. Niveles de hidrocarburos alifáticos, policlorobifenilos (PCBs) y policloroterfenilos (PCTs) en aves rapaces y sus implicaciones en el ecosistema. En: Accepted: 2017-08-04T10:36:26Z [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/15714>.
- MANOSALVA FONSECA, J.M., 2020. Combustibles, impacto ambiental y en la salud de trabajadores expuestos a hidrocarburos. En: Accepted: 2023-01-12T21:51:33Z [en línea], [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/11287>.
- MINAM, 2019. Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire | SINIA. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2024]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>.
- MINAM, M.S.P., 2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. ,
- MINEM, 1998. Decreto Supremo N° 030-98-EM — Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos. [en línea]. [consulta: 2 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/decreto-supremo-no-030-98-em-reglamento-para-la-comercializacion-de-combustibles-liquidos-y-otros-productos-derivados-de-los-hidrocarburos-lex-faoc070643/>.
- MORENO SALAS, B.C., 2014. Riesgos a la salud humana derivados de la exposición por manejo y almacenamiento de sustancias químicas en

los establecimientos comerciales e industriales de Bogotá durante el 2013. En: Accepted: 2015-04-23T19:41:14Z [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/13347>.

NIETO, N.T.E., 2018. TIPOS DE INVESTIGACIÓN. ,

PEDRAZA ORTIZ, L.J., 2015. La biodepuración del aire con plantas purificantes y ornamentales, como alternativa ambiental en el siglo XXI. En: Accepted: 2016-09-30T16:53:43Z [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3767>.

PILA, M.N., RUIZ, D.L., COLASURDO, D.D. y ALLEGRETTI, P.E., 2022. *Hidrocarburos aromáticos polinucleares* [en línea]. S.I.: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). [consulta: 23 abril 2023]. ISBN 978-950-34-2129-1. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141105>.

RAMIREZ, E., SÁNCHEZ, C. y ANAYA, R., 2002. Identificación del plomo, benceno y tolueno en trabajadores que manipulan lubricantes y brindan servicios automotrices. ,

RAMOS SANTOS, S.Y., 2017. Relación entre la exposición a solventes orgánicos aromáticos desprendidos en grifos y las alteraciones neurológicas-comportamentales nocivos en sus trabajadores, Lurín 2017. En: Accepted: 2017-10-17T13:35:35Z, *Repositorio Institucional - UIGV* [en línea], [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1447>.

RAVILOLO, A., GARRITZ, A. y SOSA, P., 2011. Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. En: Accepted: 2020-11-02T15:41:41Z Artwork Medium: digital Interview Medium: digital publisher: Editorial Universidad de Cádiz [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. ISSN 1697-011X. Disponible en: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6434>.

REY, A.R., LUNA, L.C., CANTILLO, G.M. y ESPINOSA, M.E.S., 2017. Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, vol. 35, no. 3, ISSN 1561-3011.

ROLDAN, J., 2013. *Energías renovables. Lo que hay que saber*. S.I.: Ediciones Paraninfo, S.A. ISBN 978-84-283-2968-2.

SALVADOR, O.A., 2021. *El mundo del petróleo: Origen, usos y escenarios*. S.I.: Fondo de Cultura Económica. ISBN 978-607-16-4518-0.

SANTANA CASTRO, M.M., TORRENS PÉREZ, M.E., SANTANA CASTRO, L.A. y GARCÍA DELGADO, E., 2020. Enfermedades ocupacionales por exposición a benceno en trabajadores de gasolineras. *Revista San Gregorio*, no. 40, ISSN 2528-7907. DOI 10.36097/rsan.v1i40.1395.

- SANTOS, L.A.P., 2004. Métodos de síntesis de nuevos materiales basados en metales de transición. ,
- SCHNEIDER, I. y RODRÍGUEZ, E., 2018. Caracterización de compuestos orgánicos volátiles, provenientes de seis estaciones de servicio de combustibles de la ciudad de Barranquilla, Colombia. En: Accepted: 2018-11-16T19:53:14Z [en línea], [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11323/1135>.
- SILVA, C.B., MOTA, C. de L., ALMEIDA, Y.R., EMÍDIO, V., FONSECA, A.S.A., MITRI, S. y MOREIRA, J.C., 2019. Environmental exposure to benzene: evaluation of urinary S-PMA and polymorphism (CYP2E1-1293G>C and NQO1 609C>T) in Campos Elíseos residents, Duque de Caxias, Rio de Janeiro State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 35, no. 7, ISSN 1678-4464, 0102-311X. DOI 10.1590/0102-311x00198618.
- ZEVALLS ESCOBAR, Z., 2018. Hidrocarburos aromáticos Estructuras y propiedades del benceno Los orbitales moleculares del benceno Nomenclatura de los compuestos aromáticos Regla de Hückel Compuestos aromáticos heterocíclicos Reacciones de los compuestos aromáticos Aplicación industrial. En: Accepted: 2022-12-14T16:34:04Z [en línea], [consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/7477>.
- ZUBIZARRETA SOLÁ, A., MARTÍNEZ MENÉNDEZ, J., RIVAS PÉREZ, P., GÓMEZ IGLESIAS, S., SANZ BORRÁS, A., ZUBIZARRETA SOLÁ, A., MARTÍNEZ MENÉNDEZ, J., RIVAS PÉREZ, P., GÓMEZ IGLESIAS, S. y SANZ BORRÁS, A., 2018. Revisión de la literatura sobre efectos nocivos de la exposición laboral a hidrocarburos en trabajadores en ambiente externo. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, vol. 64, no. 252, ISSN 0465-546X.

**ANEXOS**

## 1. Consentimiento Informado

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

Iquitos, 14 de junio de 2023

Carta N° 001-2023-MMYA/UPTR

Señor  
Jilder Quispe Mego  
Petro Iquitos S.A.C.  
Carretera Iquitos Nauta km 1.0 m

**PETRO IQUITOS SAC**  
  
**JILDER QUISPE MEGO**  
**GERENTE GENERAL**

*Recibido 14-06-23*

Asunto: Consentimiento para realizar muestreo del parámetro benceno

De nuestra mayor consideración:

Myc Maagen Yalta Arévalo con DNI N° 72780601 y Úrsula Paola Tenazoa Ramírez con DNI N° 41064104, bachilleres de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), estamos desarrollando el Plan de Tesis titulado: **"Evaluación de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista"** por lo que pedimos a Usted nos permita el consentimiento para desarrollar nuestro plan de tesis en la estación de servicio de la cual Usted representa.

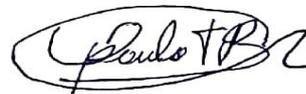
El monitoreo de benceno se realizará a través de un tren de muestreo, para medición de la concentración de benceno, lo cual será aplicado en su debido momento, cuando se obtenga la aprobación de nuestro Plan de Tesis y durante el desarrollo del Informe Final para su aprobación y posterior sustentación.

Agradecido por su atención que brinde a la presente investigación de estudio que será realizado por los suscritos, quedamos de Usted, con su gentil apoyo.

Atentamente



MYC MAAGEN YALTA AREVALO  
DNI N° 72780601



URSULA PAOLA TENAZOA RAMIREZ  
DNI N° 41064104

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

Iquitos, 14 de junio de 2023

**Carta N° 002-2023-MMYA/UPTR**

Señor  
Ricardo Martín Vilca Ramírez  
Servicentro La Hacienda E.I.R.L.  
Carretera Iquitos Nauta km 3.0 m

Asunto: Consentimiento para realizar muestreo del parámetro benceno

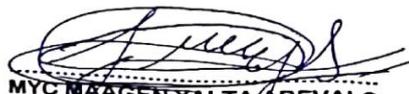
De nuestra mayor consideración:

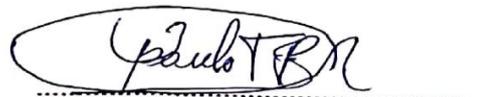
Myc Maagen Yalta Arévalo con DNI N° 72780601 y Úrsula Paola Tenazoa Ramírez con DNI N° 41064104, bachilleres de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), estamos desarrollando el Plan de Tesis titulado: "**Evaluación de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista**" por lo que pedimos a Usted nos permita el consentimiento para desarrollar nuestro plan de tesis en la estación de servicio de la cual Usted representa.

El monitoreo de benceno se realizará a través de un tren de muestreo, para medición de la concentración de benceno, lo cual será aplicado en su debido momento, cuando se obtenga la aprobación de nuestro Plan de Tesis y durante el desarrollo del Informe Final para su aprobación y posterior sustentación.

Agradecido por su atención que brinde a la presente investigación de estudio que será realizado por los suscritos, quedamos de Usted, con su gentil apoyo.

Atentamente

  
MYC MAAGEN YALTA AREVALO  
DNI N° 72780601

  
URSULA PAOLA TENAZOA RAMIREZ  
DNI N° 41064104

SERVICENTRO LA HACIENDA E.R.L.  
  
Ricardo Martín Vilca Ramírez  
GERENTE DE OPERACIONES

Iquitos, 14 de junio de 2023

**Carta N° 003-2023-MMYA/UPTR**

Señor  
Ricardo Martín Vilca Ramírez  
Servicentro Vilussa S.A.C.  
Av. Abelardo Quiñones km 4.5 m

Asunto: Consentimiento para realizar muestreo del parámetro benceno

De nuestra mayor consideración:

Myc Maagen Yalta Arévalo con DNI N° 72780601 y Úrsula Paola Tenazoa Ramírez con DNI N° 41064104, bachilleres de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), estamos desarrollando el Plan de Tesis titulado: **“Evaluación de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista”** por lo que pedimos a Usted nos permita el consentimiento para desarrollar nuestro plan de tesis en la estación de servicio de la cual Usted representa.

El monitoreo de benceno se realizará a través de un tren de muestreo, para medición de la concentración de benceno, lo cual será aplicado en su debido momento, cuando se obtenga la aprobación de nuestro Plan de Tesis y durante el desarrollo del Informe Final para su aprobación y posterior sustentación.

Agradecido por su atención que brinde a la presente investigación de estudio que será realizado por los suscritos, quedamos de Usted, con su gentil apoyo.

Atentamente

  
-----  
MYC MAAGEN YALTA AREVALO  
DNI N° 72780601

  
-----  
URSULA PAOLA TENAZOA RAMIREZ  
DNI N° 41064104

SERVICENTRO VILUSSA S.A.C  
  
-----  
Ricardo Martín Vilca Ramírez  
GERENTE DE OPERACIONES

## 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo evaluamos las emisiones de benceno en las tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las principales fuentes o factores que contribuyen a las emisiones del benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista 2023?</li> <li>• ¿Cuáles serán los niveles de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista 2023?</li> <li>• ¿Existen diferencias significativas en los niveles de emisiones de benceno entre las tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista 2023?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar la emisión de benceno en las tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar de las fuentes o factores de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista 2023.</li> <li>• Medir y registrar niveles de emisiones de benceno en tres estaciones de servicio del distrito de San Juan Bautista durante el periodo 2023.</li> <li>• Comparar los niveles de emisiones de benceno entre las tres estaciones de servicio con el Estándar de calidad ambiental para aire de acuerdo al D.S. N° 003-2017-MINAM.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Los niveles de emisión de benceno en las tres estaciones de servicios, del distrito de San Juan Bautista, están por debajo de los estándares establecidos para la calidad del aire.</p>	Fuente de emisiones	Olor distintivo que está presente en el área.	Ficha de observación.
			Factores que contribuyen a las emisiones.	<p>Zona de tanques: Lugar donde se almacenan los combustibles.</p> <p>Dispensadores: Equipos de despacho de combustibles líquidos a los usuarios finales.</p> <p>Tubos de venteo: Tubos conectados a los tanques enterrados para evitar acumulación de vapores de combustibles en el interior de las mismas.</p>	Ficha de observación.
			Niveles de emisión del benceno.	Concentración de benceno en el aire	Informe de análisis

### 3. Operacionalización de variable

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo por su naturaleza</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Medios de verificación</b>
X: Fuentes de emisiones.	Es la emanación de los compuestos del petróleo crudo ya sea de forma natural o artificial.	Cualitativo	Olor distintivo que está presente en el área.	Presencia Ausencia	Ficha de observación
Y: Factores que contribuyen a las emisiones.	Son los componentes de la actividad presentes en las estaciones de servicio que contribuyen a las emisiones.	Cualitativo	Zona de tanques: Lugar donde se almacenan los combustibles.  Dispensadores: Equipos de despacho de combustibles líquidos a los usuarios finales.  Tubos de venteo: Tubos conectados a los tanques enterrados para evitar acumulación de vapores de combustibles en el interior de las mismas.	Unidades  Unidades  Presencia Ausencia	Ficha de observación
Z: Niveles de Emisión del benceno.	Es un proceso químico que sufren los compuestos orgánicos volátiles al combinarse con el ozono troposférico.	Cuantitativa	Concentración de benceno en el aire	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Informe de análisis

## 4. Certificado de Calibración Rotámetro



LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC.  
IAS CON REGISTRO CL-269



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFR-0011-2023

**Expediente** : EVT-MN-0145

**Fecha de emisión** : 2023-03-08

**1. Solicitante** : Environmental Testing Laboratory Sociedad Anónima  
Cerrada - ENVIROTEST S.A.C

**Dirección** : Cal.B Mza. C Lote. 40 Urb. Panamericana - Lima - Lima  
- San Martín de Porres

**2. Instrumento calibrado:** Caudalímetro (Rotámetro)

**Marca** : Key Instruments

**Modelo** : KI

**N° de serie** : No Indica

**Código** : **MON-111**

**Procedencia** : U.S.A.

**Alcance** : 0.1 L/min a 1 L/min

**División de escala** : 0.1 L/min

**Diámetro aproximado de la línea de flujo** : 5 mm

**3. Lugar de calibración** : Laboratorio de Caudal de Envirotest S.A.C.

**4. Fecha de calibración** : 2023-03-06

**5. Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el Procedimiento ME-009 para la calibración de Caudalímetro de gases.\* Edición Digital 1: 2008. CEM-España (Numeral 5.3.1 - Calibración en situación A)

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Envirotest SAC no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de Envirotest SAC.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de Envirotest SAC.

#### 6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
Patron 3	Flujómetro (calibrador primario de flujo de gas) con rango de trabajo desde 100 mL/min a 7000 mL/min	CCP-1514-008-22

## 5. Certificado de Acreditación



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

# Certificado

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.

**Laboratorio de Ensayo**  
En su sede ubicada en: Calle B Mz. C Lt. 40, Urbanización Industrial Panamericana Norte, distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**  
DA-acr-OGP-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 01 de mayo de 2022  
Fecha de Vencimiento: 30 de abril de 2026



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA  
Alejandra, FAU 20600283015 soft  
Fecha: 2022.04.29 12:42:01  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 27 de abril de 2022



Cédula: N° 159-2022-INACAL/DA  
Adenda N° del Contrato N° 01 del contrato N° 029-2018/INACAL-DA  
Registro N° LE-056

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/credencial](http://www.inacal.gob.pe/credencial) o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Vtr 03

## 6. Registro Fotográfico



Foto N° 01: Estación con mayor venta



Foto N° 02: Estación con mayor venta



Foto N° 03: Estación con venta intermedia



Foto N° 04: Estación con venta intermedia



Foto N° 05: Estación con menor venta



Foto N° 06: Estación con menor venta



Foto N° 07: Estación con venta intermedia



Foto N° 08: Estación con mayor venta



Foto N° 09: Estación con menor venta



Foto N° 10: Estación con menor venta  
Coordenadas: 687269E / 9579203N



Foto N° 11: Estación con venta intermedia  
Coordenada: 688821E / 9580570N



Foto N° 12: Estación con mayor venta  
Coordenadas: 689845E / 9582398N

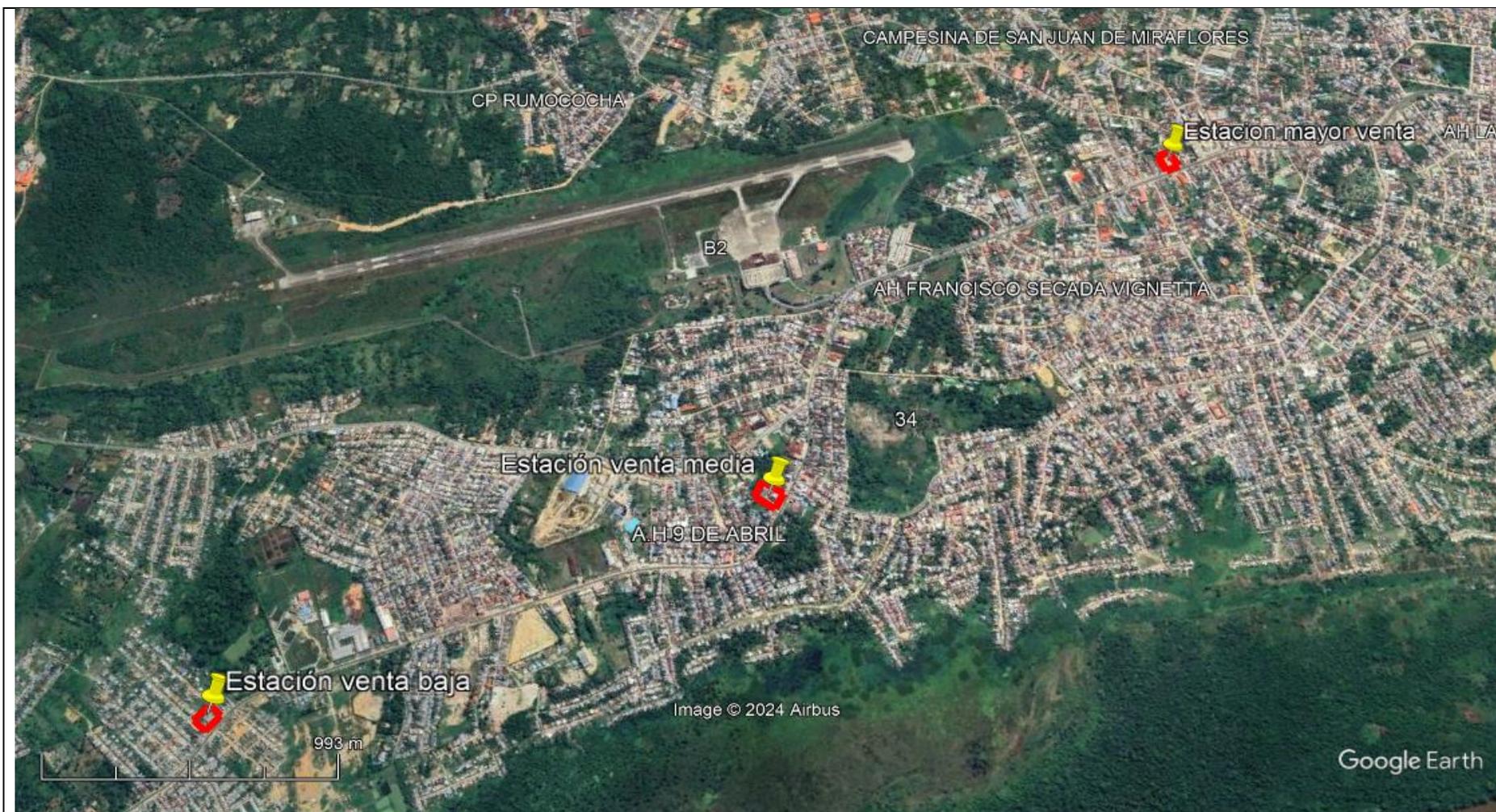


Foto N° 13: Vista panorámica de las 3 estaciones de servicio.

## 7. Valores del Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM (Calidad de Aire)

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis <sup>(1)</sup>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) <sup>(2)</sup>	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

<sup>(1)</sup> o método equivalente aprobado.

<sup>(2)</sup> El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.