



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Reducción de las emisiones de gases de motores Diésel mediante la  
mezcla de Urea, Agua y Ácido Cítrico, Los Olivos 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTOR :**

Huamantumba Salcedo, Martin Emilio ([orcid.org/0000-0002-2800-0964](https://orcid.org/0000-0002-2800-0964))

**ASESOR :**

Mg. Bañon Arias, Jonnatan Víctor ([orcid.org/0000-0002-0996-9593](https://orcid.org/0000-0002-0996-9593))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.", cuyo autor es HUAMANTUMBA SALCEDO MARTIN EMILIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR <b>DNI:</b> 43661382 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0996-9593	Firmado electrónicamente por: JBANONAR el 22-07- 2024 12:22:37

Código documento Trilce: TRI - 0828456



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, HUAMANTUMBA SALCEDO MARTIN EMILIO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MARTIN EMILIO HUAMANTUMBA SALCEDO <b>DNI:</b> 70981188 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2800-0964	Firmado electrónicamente por: MHUAMANTUMSA el 22-07-2024 22:11:17

Código documento Trilce: TRI - 0828453

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis con todo mi amor y esfuerzo a mi familia por brindarme el apoyo incondicional, por ser el motivo de perseverancia y fuerza para lograr a culminarlo.

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradezco a Dios, por darme la oportunidad de mantenerme saludable y permitir culminar mi tesis. A ti papá Lalo que hoy no estarás conmigo pero que siempre estuviste en cada paso y cuando te necesitaba para lograr ser la persona que siempre quisiste.

Así mismo gracias a mi familia por apoyarme en cada momento que necesite y por ser el impulso suficiente para poder inspirarme a ser constante cada día y lograr mis objetivos a pesar de las adversidades.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad del autor .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	18
III. RESULTADOS.....	33
IV. DISCUSIÓN .....	69
V. CONCLUSIONES .....	72
VI. RECOMENDACIONES .....	73
REFERENCIAS .....	74
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	<b>21</b>
<b>Tabla 2:</b> Validación de instrumentos, Prueba V de Alken.....	<b>21</b>
<b>Tabla 3:</b> Proporción de las mezclas de urea y ácido cítrico .....	<b>25</b>
<b>Tabla 4.</b> Características de la urea, agua destilada y ácido cítrico.....	<b>33</b>
<b>Tabla 5.</b> Resultados de las emisiones del pre-test de mezclas de urea.....	<b>34</b>
<b>Tabla 6.</b> Resultados de las emisiones del pre-test de mezcla de ácido cítrico .	<b>36</b>
<b>Tabla 7.</b> Resultados de las pruebas de mezcla de urea.....	<b>38</b>
<b>Tabla 8.</b> Resultado de la prueba de mezcla de ácido cítrico .....	<b>43</b>
<b>Tabla 9.</b> Resultados del AdBlue comercial y mezcla 2 de urea (32.5%) .....	<b>47</b>
<b>Tabla 10.</b> Resultados del AdBlue comercial y mezcla 3 de urea (40%) .....	<b>48</b>
<b>Tabla 11.</b> Eficiencia de la mezcla de urea.....	<b>49</b>
<b>Tabla 12.</b> Eficiencia de la mezcla de ácido cítrico .....	<b>50</b>
<b>Tabla 13.</b> Prueba de normalidad de las características de urea, agua destilada y ácido cítrico .....	<b>51</b>
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Anova de las características de la urea, ácido cítrico y agua destilada .....	<b>52</b>
<b>Tabla 15.</b> Prueba de normalidad del pre-test de mezcla de urea.....	<b>53</b>
<b>Tabla 16.</b> Prueba t de Student para las muestras del pre-test de las mezclas de urea .....	<b>54</b>
<b>Tabla 17.</b> Prueba de normalidad del pre-test de la mezcla de ácido cítrico .....	<b>55</b>
<b>Tabla 18.</b> Prueba t de Student para las muestras del pre-test de las mezclas de ácido cítrico .....	<b>57</b>
<b>Tabla 19.</b> Prueba normalidad de mezcla de urea.....	<b>58</b>
<b>Tabla 20.</b> Prueba Wilcoxon para muestras (antes y después) de acuerdo a la mezcla de urea.....	<b>59</b>
<b>Tabla 21.</b> Prueba de normalidad de la mezcla de ácido cítrico .....	<b>60</b>
<b>Tabla 22.</b> Prueba de Wilcoxon para muestras (antes y después) de acuerdo a la mezcla de ácido cítrico .....	<b>62</b>
<b>Tabla 23.</b> Prueba de normalidad de los resultados del AdBlue comercial y la mezcla 2 de urea (32.5%) .....	<b>63</b>
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Wilcoxon para las concentraciones de AdBlue comercial y mezcla 2 de urea (32.5%) .....	<b>64</b>
<b>Tabla 25.</b> Prueba de normalidad de los resultados del AdBlue comercial y la	

mezcla 3 de urea (40%) .....	65
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Wilcoxon para las concentraciones de AdBlue comercial y mezcla 3 de urea (40%) .....	66
<b>Tabla 27.</b> Prueba de normalidad de la eficiencia de los porcentajes de reducción.....	67
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Wilcoxon para la eficiencia de reducción de gases mediante la mezcla de urea y ácido cítrico .....	68



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Etapa de procedimiento de estudio .....	<b>22</b>
<b>Figura 2.</b> Vehículo con motor a diésel .....	<b>23</b>
<b>Figura 3.</b> Sistema Adblue .....	<b>23</b>
<b>Figura 4.</b> Vehículo de estudio con el sistema Adblue .....	<b>24</b>
<b>Figura 5.</b> Emisiones de gases de automóvil a diésel y gasolina .....	<b>25</b>
<b>Figura 6.</b> Procedimiento de pesado del ácido cítrico .....	<b>27</b>
<b>Figura 7.</b> Proceso de elaboración de mezclas .....	<b>28</b>
<b>Figura 8.</b> Carretera Interoceánica Nasca – Puquio .....	<b>29</b>
<b>Figura 9.</b> Equipo analizador electroquímico Testo 350 .....	<b>29</b>
<b>Figura 10.</b> Primera medición de gases del vehículo.....	<b>30</b>
<b>Figura 11.</b> Drenado de tanque de Adblue.....	<b>30</b>
<b>Figura 12.</b> Vertimiento de mezcla y medición con el sistema Adblue .....	<b>31</b>
<b>Figura 13.</b> Resultados de las emisiones del pre-test de mezclas de urea .....	<b>34</b>
<b>Figura 14.</b> Resultados de las emisiones del pre-test de mezcla de ácido cítrico .....	<b>36</b>
<b>Figura 15.</b> Resultados de las mezclas de urea en el parámetro CO <sub>2</sub> .....	<b>39</b>
<b>Figura 16.</b> Resultados de las mezclas de urea en el parámetro CO .....	<b>39</b>
<b>Figura 17.</b> Resultados de las mezclas de urea en el parámetro SO <sub>2</sub> .....	<b>40</b>
<b>Figura 18.</b> Resultados de las mezclas de urea en el parámetro NO .....	<b>40</b>
<b>Figura 19.</b> Resultado de las mezclas de urea en el parámetro NO <sub>2</sub> .....	<b>41</b>
<b>Figura 20.</b> Resultado de las mezclas de urea en el parámetro NO <sub>x</sub> .....	<b>42</b>
<b>Figura 21.</b> Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro CO <sub>2</sub> ....	<b>44</b>
<b>Figura 22.</b> Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro CO.....	<b>44</b>
<b>Figura 23.</b> Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro SO <sub>2</sub> ....	<b>45</b>
<b>Figura 24.</b> Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro NO.....	<b>46</b>
<b>Figura 25.</b> Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro NO <sub>2</sub> ....	<b>46</b>
<b>Figura 26.</b> Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro NO <sub>x</sub> .....	<b>47</b>

## Resumen

Con la alternativa de brindar una propuesta para usar energías más limpias y renovables permitiendo así de esa manera velar por el bienestar del ambiente, se propone como objetivo de esta investigación reducir las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico. Por otro lado, se estableció como diseño experimental de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo, determinando de esta manera la variable independiente que es la urea, agua y ácido cítrico; por consiguiente, la variable dependiente siendo la reducción de gases de motores a diésel, es por ello que se plantea 2 propuestas de mezclas, una mezcla de agua y urea, mientras que la otra es de urea, agua y ácido cítrico; las cuales ambas mezclas presentan 3 proporciones de distintas mezclas conformadas de 25%, 32.5% y 40% de urea; mientras que la mezclas de ácido cítrico están conformadas con 7.5%, 11.5% y 15%. Al llevar a cabo estas mezclas se tuvo como resultado que la mezcla 1 de 25% de urea y la mezcla 2 de 32.5% presentó un aumento de los gases demostrando que no proporciona una reducción como se pretendía, mientras que la mezcla 3 de 40% de urea demostró ser la más eficiente evidenciando reducción en los parámetros de NOX, NO, CO Y SO2; sin embargo, no hubo mejoría en las mezclas de ácido cítrico ya que las mezclas aumentaron aún más las emisiones de gases. Entonces se concluye que la urea al 40% reduce el 100% de CO, mientras, que en el SO2 redujo en un 40%, en NO y NOx redujo en 5%, siendo esta la mezcla más óptima en comparación a las demás.

**Palabras clave:** Contaminación , capa de ozono, cambio climático, petróleo.

## Abstract

With the alternative of providing a proposal to use cleaner and renewable energies, thereby ensuring the well-being of the environment, the objective of this research is to reduce gas emissions from diesel engines by mixing urea, water and citric acid. On the other hand, it was established as an applied experimental design with a quantitative approach, thus determining the independent variable which is urea, water and citric acid; Consequently, the dependent variable being the reduction of gases from diesel engines, which is why 2 mixture proposals are proposed, a mixture of water and urea, while the other is urea, water and citric acid; which both mixtures present 3 proportions of different mixtures made up of 25%, 32.5% and 40% urea; while citric acid mixtures are made up of 7.5%, 11.5% and 15%. When carrying out these mixtures, the result was that mixture 1 of 25% urea and mixture 2 of 32.5% presented an increase in gases, demonstrating that it does not provide a reduction as intended, while mixture 3 of 40% urea proved to be the most efficient, showing reduction in the parameters of NOX, NO, CO AND SO<sub>2</sub>; however, there was no improvement in the citric acid mixtures as the mixtures increased gas emissions even more. Then it is concluded that 40% urea reduces 100% of CO, while in SO<sub>2</sub> it reduced by 40%, in NO and NO<sub>x</sub> it reduced by 5%, this being the most optimal mixture compared to the others.

**Keywords:** Pollution, ozone layer, climate change, oil.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más graves que afecta al planeta en estos momentos es el incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), así mismo consigo viene teniendo consecuencias de grandes envergaduras, algunos de estos impactos siendo erradicales sin poder brindar alguna solución que pueda contrarrestarlo, así mismo el crecimiento del sector industrial, agricultura, población, parque automotor, etcétera; son algunos de los diversos casos que existen a diario en todo el planeta, y que son consecuente de alguna actividad antrópica, aún se sigue incrementando la falta de concientización de la preservación del ambiente, siendo la más afectada una extensa área de la población. Conforme el tiempo aumenta hay un índice que muestra los altos niveles de contaminación que proviene de los vehículos en un aproximado de 76%, que mediante los reportes de años anteriores indican ser la principal problemática de la contaminación atmosférica, ya que esta al ser expulsadas por la combustión del motor, “están contenidas de óxidos de nitrógeno (NOx) en un 80%, lo cual este gas resulta de la incorporación de monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), (Flores Marco, 2018, pág. 5).

Los objetivos de desarrollo sostenible permiten el poder salvaguardar la paz y prosperidad para el 2030, es por consiguiente que en lo que abarca la presente investigación se identificó a los objetivos que se busca aportar, el cual se considera al objetivo 7, donde se tiene como principal fuente el poder usar energías más limpias y renovables permitiendo así de esa manera el velar por el bienestar del ambiente.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se plantea el problema general de la siguiente investigación, lo siguiente: ¿Cómo se reduce las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024?, posteriormente como problema específico de la siguiente investigación se plantea lo siguiente: ¿Cómo se caracteriza la mezcla de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024?, ¿Cómo se realiza las pruebas de diferentes

concentraciones de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024?, ¿Cuáles son las concentraciones óptimas para la reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024?, ¿Cuál es la eficiencia de la reducción de gases de motores a diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024?.

La presente investigación se enfoca en el estudio de las emisiones de gases de vehículos de motor diésel, ya que, debido al incremento del parque automotor actualmente, esta es una de muchas razones, las cuales se viene incrementando de manera acelerada los gases de efecto invernadero, trayendo consigo cambios climáticos que conllevan a poder cambiar el estilo de vida que conocemos hoy en día, así mismo poder evaluar las posibles soluciones que puedan aportar de manera científica con un control más eficaz, además de poder ofrecer una mirada integral sobre lo que puede generar y brindar como medida de prevención. Se justifica de manera ambiental ya que la presente investigación permite de manera progresiva al cuidado y conservación del medio ambiente, conforme mejorando la calidad del aire. En el entorno teórico, porque explica de manera detallada como es el procedimiento adecuado que aplica para poder contrarrestar la reducción de los gases que son emitidos por el motor a Diésel. En el entorno tecnológico, ya que el aporte que brinda es de manera más eficaz reduciendo así de manera proporcional el impacto negativo que generan los motores diésel. En el entorno social puesto que las personas sufren diversas enfermedades a partir de la inhalación de estos gases y poder contrarrestarlo permite de manera eficiente su reducción, trayendo consigo preservar el cuidado a la vida.

Así mismo se plantea, como objetivo general de la presente investigación, lo siguiente: Reducir las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024, consecutivamente se plantea como objetivos específicos lo siguiente: Caracterizar la urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024; Realizar pruebas a diferentes concentraciones de urea, agua y

ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024; Determinar las concentraciones óptimas para la reducción de emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024 y Determinar la eficiencia de reducción de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.

Para Raheison (2020), la exposición a la contaminación comienza en el feto y desde el nacimiento hasta la edad adulta hay un período de vulnerabilidad a los efectos de los contaminantes sobre el crecimiento pulmonar. Entre las partículas más contaminantes, es la más distintiva el polvo, el humo negro y así mismo las partículas de diámetro de variable, los contaminantes gaseosos son la mayoría los óxidos de carbono (CO, CO<sub>2</sub>), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y de la misma manera la combustión de las energías fósiles. El incremento del tránsito automovilístico es representando por una fuente de partículas y de óxidos de nitrógeno, de la misma manera el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) que es un gas contaminante que su principal aparición es por el producto de la combustión de materias fósiles con azufre. Es por ello que parte del cambio climático es debido al aumento de gases de efecto invernadero también puede tener consecuencias sobre la salud respiratoria y alergias en todo el mundo.

Para Chandrashekar et al. (2022), según la oficina Nacional de Encuestas por Muestras, estima que en un aproximado de 38% y el 40% en las viviendas que se ubican en zonas rurales y urbanas de la India utilizaron *auto rickshaws* dentro del periodo de 2014-2015, lo cual contribuye a que alrededor del 10 % son emisiones de CO<sub>2</sub> de la India, además del precio del diésel es más bajo que el de la gasolina, lo que incita un aumento de mayor proporción de la utilización de vehículos con motor a diésel, dentro de lo cual se refiere a que los vehículos de esta categoría emiten mayores cantidades de contaminantes gaseosos y partículas que a comparación de vehículos con motor a gasolina.

Para Kumar et al. (2023), la salud humana se ve afectada negativamente por la inhalación de NO<sub>2</sub>. El NO es una fuente importante de contaminación del aire y del agua en forma de lluvia ácida y smog fotoquímico, como se demuestra

en la ecuación. Las moléculas de NO<sub>x</sub> reaccionan con los iones OH de la atmósfera para formar NO, lo que causa enfermedades respiratorias primarias como la bronquitis. En las industrias modernas, incluidas las centrales eléctricas, los automóviles y la agricultura, se utilizan con frecuencia motores de encendido por compresión (CI). Los contaminantes que se encuentran en los gases de escape de los motores diésel incluyen dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), hidrocarburos no quemados (UBHC), cenizas, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono (CO).

Para Martínez (2019), la similitud que hay entre la contaminación ambiental y las enfermedades respiratorias que son consecuentes por el incremento de gases que se generan a diario, pero el objetivo es poder analizar el efecto del cual son producida dentro de lo referente se obtiene que en alguno trabajos se tiene como objetivo el incremento de la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), lo cual en otros estudios realizados menciona que se refiere a la hiperfrecuentación que está asociada a partículas de 2,5 y 10  $\mu\text{m}$ , y así mismo se ha encontrado una vinculación entre la exacerbaciones de asma y contaminación. Es por ello que se basa en un aporte científico el poder verificar la cercanía entre el NO<sub>2</sub>, Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono (CO) que permita evaluar el número de problemas ambientales que generan y el posible impacto de esta posible asociación.

Para Velmurugan et al. (2023), los combustibles que son a base de hidrocarburo son conocidos por las emisiones de hidrocarburos parcialmente quemados, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono, así mismo el comercio de combustibles alternativos para cambiar los combustibles fósiles que son la mayor parte derivados del petróleo, han aumentado durante un periodo corto debido a la gran preocupación sobre la contaminación del aire, los problemas ambientales, en este artículo se introdujeron hidrogeno, EGR (recirculación de gases de escape) y nitrógeno en el combustible COME20 (éster metílico de aceite de maíz). La implementación de nitrógeno con un 26,64% de hidrogeno y un 20% de EGR brindo como resultado una disminución de eficiencia térmica de frenos BTE y una minoría en los niveles de NO<sub>x</sub>. Así mismo se determinó diferentes concentraciones de nitrógeno (6,666%; 9,99% y 13,32%) con el

26,64% de hidrógeno y 20% de EGR, lo cual se evaluaron los parámetros dentro de rendimiento, emisiones y combustión. En finalidad lo que se pudo determinar, es cuando el nitrógeno estaba ausente (0%) y el hidrogeno, y el EGR se encontraba en un 26,64% y un 20% respectivamente, se determinó un aumento en el BTE en diferencia a la combinación con nitrógeno. Sin embargo, al agregar cualquier porcentaje de nitrógeno con un 26,64% de hidrógeno y un 20% de EGR determinó como resultado la reducción de emisiones de NOx.

Para Yanhua et al. (2022), los experimentos se realizaron en un motor diésel, con recirculación de gases de escape (EGR) y añadiendo partículas recogidas de Fischer-Tropsch (FT), biodiesel y la combustión de diésel. Se analizó los efectos de las propiedades del combustible con respecto a la morfología, la nanoestructura, la oxidación y los resultados mostraron que, en comparación con el diésel, las partículas de diésel FT tienen una dimensión fractal más pequeña, reduciendo así la relación entre el área del pico D1 y el pico G ( $A_{D1}/AG$ ) y la mitad del ancho del pico D1 ( $D1-FWHM$ ), un ancho de banda más largo, la distancia de separación más corta, mayor temperatura lo que es característica de oxidación y energía de reacción aparente, mientras que las partículas de diésel FT tienen el mayor grado de grafitización y la menor reactividad de oxidación, mientras que las partículas de biodiesel tienen la nanoestructura más desordenada y son más susceptibles a la oxidación. El uso de EGR aumenta el grado de aglomeración, disminuye el grado de grafitización y la temperatura de oxidación característica y mejora la actividad de reacción de oxidación de las partículas. En comparación con las partículas recogidas sin EGR, Como el nivel de EGR es del 30 %, el contenido de partículas del combustible diésel FT, del combustible biodiesel y del combustible diésel se reduce en un 36,7 %; 41,2 % y 37,5 %, respectivamente.

Para Feng (2022), la combustión pobre y la recirculación de gases de escape (EGR) son algunas ideas claves para mitigar el NO y también el proceso de liberación de calor en motores de hidrogeno, para lo cual se basó en comparar este artículo con dos estrategias sobre el comportamiento de combustión de mezclas de mezclas de hidrógeno y aire dentro de un parámetro de dilución de



0 al 50%. Posterior a ello se investigó más a fondo sobre los efectos del vapor de agua en el EGR y también sobre la combustión de las mezclas de hidrogeno y aire. Con una temperatura inicial de 373 K y una presión de 1 bar, todas las pruebas se realizaron en un recipiente de combustión de volumen constante. Con la ayuda de un modelo de llama de diseño adiabático premezclado unidimensional, CHEMKIN PRO se puede utilizar para pronosticar el comportamiento de combustión de mezclas de hidrógeno y aire en diversas circunstancias. Se evaluaron la concentración de hidrogeno no quemado y la fracción molar de NO en los productos finales, así mismo estos resultados evidencian que la velocidad de combustión laminar se reduce cuando se tiene relación con EGR que con la misma dilución en aire. La dilución de EGR contiene una reducción de la fracción molar de NO en los productos finales.

Para Cheng et al. (2022), existen ligeras discrepancias entre los resultados de la simulación y los datos experimentales, ya que el modelo predice con precisión la promoción de la reactividad de ignición primaria al tiempo que tiene en cuenta el efecto inhibitor de todas las olefinas sobre esa reactividad. En las primeras etapas del proceso de oxidación, especialmente cuando hay NO presente, la adición de olefinas altera dramáticamente el consumo de alquenos y sus derivados primarios. Todos los alquenos y sus derivados interactúan con el NO, según análisis de productividad y sensibilidad.

Para Resetar, et al. (2022), aún no se han establecido los efectos de la eliminación de la recirculación de gases de escape (EGR), un método conocido para reducir los óxidos de nitrógeno (NOx), sobre las emisiones. En este artículo se investiga el impacto de cerrar la válvula EGR sobre las emisiones de NOx de los vehículos diésel Euro 5. Se utilizaron nueve ciclos de conducción para medir las emisiones de NOx y, en cada caso, la desactivación de la válvula EGR resultó en un aumento significativo. Las emisiones de óxido de nitrógeno aumentaron entre un 176% y un 407%, dependiendo del siguiente ciclo. Las mediciones indican emisiones significativas de la fuente X. Es una buena idea alertar a las autoridades competentes sobre los efectos de tales manipulaciones para que se puedan tomar e implementar medidas más estrictas durante las inspecciones

técnicas rutinarias de los vehículos para evitar tales interferencias.

Para Seongin, et al. (2022), la simulación del exceso de aire de admisión del EGR (recirculación de gases de escape), produjo una combustión con una relación estequiométrica aire-combustible dentro del cilindro. Así mismo se realizó un mantenimiento y una conversión TWC, donde se le puso un sistema de postratamiento DPF. Las emisiones de combustión del TWC y DPF con encendido por compresión tienen propiedades estequiométricas. La eficiencia máxima de conversión de NO<sub>x</sub> es del 85% y el SOI es del 18%. En un puro mecanismo de desarrollo. En condiciones de trabajo, la EGR simulada, que tiene una alta eficiencia de reducción de humo y polvo, puede lograr una reducción de más del 99%.

Para Yougin, et al. (2022), dentro del sistema de reducción catalítica selectiva (SCR), se examinó la producción de óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), utilizando los gases de escape del motor diésel todoterreno de 3 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> litros. En el sistema SCR se emplearon cuatro catalizadores diferentes: analcima (Cu/Fe = 4), zeolita de hierro (solo hierro), óxido de vanadio y mixtos (óxido de vanadio y zeolita de cobre). Sin embargo, la cantidad de N<sub>2</sub>O presente en la salida del SCR aumentó casi 20 ppm, salvo contados casos. Esto indica que a medida que pasa el tiempo, el N<sub>2</sub>O aumenta más de diez veces en el sistema de reducción catalítica selectiva. Además, la proporción de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) a óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en la entrada del SCR, que está relacionada con la temperatura de entrada del SCR, tiene un impacto directo en la formación de N<sub>2</sub>O. La mayor proporción de NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> da como resultado un mayor contenido de N<sub>2</sub>O en la salida del SCR. El punto en el que el amoníaco (NH<sub>3</sub>) en una solución acuosa de urea y óxido nítrico (NO) se acerca a 0 partes por millón. Los óxidos de nitrógeno aumentan. En otras palabras, cuando se forman NO y N<sub>2</sub>O, el consumo de NO juega un papel crucial en el inicio de la formación de N<sub>2</sub>O. Al mismo tiempo se consume NO<sub>2</sub>. En consecuencia, existe una diferencia en la producción de N<sub>2</sub>O por parte de los cuatro catalizadores. El sistema SCR depende del consumo de NO.

Para Xu, et al. (2019), en este estudio experimental se analizó las características del postratamiento de la reducción catalítica selectiva de urea (urea-SCR) en un motor diésel a baja temperatura de escape del motor (250 °C). Utilizando un catalizador SCR (V-SCR) a base de vanadio, se estudió por primera vez el impacto de la relación amoníaco/nitrógeno. Se examinaron los efectos de la velocidad espacial sobre las emisiones de NO<sub>x</sub>, las emisiones de NH<sub>3</sub> y la eficiencia de conversión de NO para dos configuraciones diferentes de propiedades de postratamiento del catalizador V-SCR con una proporción de amoníaco a nitrógeno de 1 punto 0. Para el mismo tamaño de catalizador, el NH<sub>3</sub> y los catalizadores recubiertos demostraron que el NH<sub>3</sub> estaba presente en mayores cantidades que en los catalizadores extruidos.

Para Keskina (2020), en el trabajo experimental, se sintetizó una solución de nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>) - nitrato de tetramina de paladio (Pd (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4NH<sub>3</sub>) - dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) mediante impregnación con un catalizador de hidrocarburo selectivo. En este sistema, se utilizaron 2-propanol y diferentes mezclas de 2-propanol y AdBlue como agentes reductores y se examinó el efecto del catalizador sintetizado sobre la eficiencia de conversión de NO<sub>x</sub>. Las propiedades estructurales y químicas del catalizador se determinaron mediante microscopio electrónico de barrido (SEM), difractómetro de rayos X (XRD) y Brunauer-Emmett-Teller (BET). Los experimentos se hicieron utilizando el catalizador preparado a temperaturas que oscilaron entre 170 °C y 300 °C a intervalos de 10 °C y a una velocidad espacial (SV) de 30.000 h<sup>-1</sup> en el sistema de pruebas de emisiones SCR. También se realizaron pruebas en un motor diésel de 2 cilindros en V con una velocidad de rotación constante de 3000 rpm y cuatro cargas de motor diferentes (1, 2, 3 y 4 kW). En resumen, la conversión de NO<sub>x</sub> más alta registrada durante la prueba fue del 68,1% con una carga de motor de 4 kW y condiciones de inyección de 2-propanol al 100%. Además, se ha demostrado que el 2-propanol tiene un resultado positivo en la conversión de NO<sub>x</sub> en comparación con AdBlue.

Para Mendoza et al. (2022), el vehículo fue probado en carretera para verificar reducciones adicionales de emisiones mediante el uso de convertidores

catalíticos calentados eléctricamente en un sistema de demostración de control de emisiones que ya es eficaz. Las temperaturas detrás del ccDOC (Catalizador de Oxidación Diésel de Acoplamiento Cercano), encima y dentro del ccSCR (Sistema de Reducción Selectiva de Acoplamiento Cercano) pueden aumentar entre 50 y 100 °C durante el arranque en frío en comparación con un sistema sin EHC. El calentamiento ccSCR más rápido con EHC acerca el lanzamiento al mercado del primer dispensador de AdBlue. Durante el tiempo de inactividad normal y prolongado, el EHC intervendrá si la temperatura cae por debajo de un umbral establecido, manteniendo así el ccSCR por encima de 220 ° C. La contribución del EHC da como resultado una reducción significativa de las emisiones de arranque. La gestión térmica activa mantiene bajo control la temperatura de los gases de escape durante tiempos de permanencia cortos y largos, evitando la intrusión de NOx. El pre acondicionamiento provoca la pérdida de amoníaco del SCR y ayuda en la regeneración pasiva del filtro. Los resultados indican que el vehículo emite emisiones de NOx increíblemente bajas, incluso en estas difíciles condiciones de prueba. Para las emisiones de PN<sub>10</sub>, los resultados mostraron rendimientos de partículas más bajos en cada estudio, aunque había datos limitados disponibles para investigar cuántas partículas podrían atribuirse al uso de EHC.

Para Nishad et al. (2018), en este estudio, se analizó la dinámica de inyección de AdBlue inyectado en un flujo de gas caliente horizontal en un canal cuadrado que simula un sistema SCR-De NOx utilizando el método LES de Euler-Lagrangian. En particular, el módulo de inyección propuesto incluye modelos de daños primarios y secundarios, así como un modelo de colisión mejorado. El comportamiento de evaporación de AdBlue se describe mediante un modelo de evaporación de gotas multicomponente, que también tiene en cuenta la evolución de la temperatura y la fracción de partículas en la gota resolviendo la ecuación unidimensional de transferencia de masa y calor a lo largo del radio de la gota. Resulta que el modelo predice con precisión dos etapas distintas del proceso de evaporación: la primera etapa, que es la evaporación inicial del agua, y la segunda etapa, que es la evaporación restante de la urea. En términos de tamaño de gota y distribución de velocidad, ángulo de

pulverización, estructura y evolución del chorro y profundidad de penetración se encontró que la influencia del modelo de fractura secundaria era insignificante, mientras que la influencia del modelo de impacto era significativa en condiciones de inyección de agua en este estudio. Las simulaciones de evaporación de agua y AdBlue muestran que la cinética de atomización de AdBlue y del agua muestra tendencias similares. Esto sugiere inmediatamente que se puede utilizar fácilmente agua como fluido de trabajo para analizar la dinámica de pulverización con AdBlue. En resumen, resulta que el modelo propuesto refleja satisfactoriamente la dinámica de atomización de la inyección de AdBlue en el sistema SCR.

Para Maser et al. (2021), el sistema consta de un tubo de pulverización y expansión y una cámara de turbulencia. El principio de funcionamiento es maximizar la mezcla entre el líquido bombeado y el gas de escape en la cámara de expansión y luego crear la máxima turbulencia en la cámara de vórtice. De esta manera se pueden reducir las emisiones de NOx a temperaturas de escape relativamente más bajas sin necesidad de utilizar convertidores catalíticos. Se examinaron los modelos de tres candidatos de diseño para determinar la magnitud de la velocidad, la intensidad de la turbulencia y el tiempo de residencia de las partículas. El diseño seleccionado ha sido fabricado y probado. Se proporcionaron suministros separados de agua destilada y solución de agua de urea a un caudal de 375 ml/min cada uno. Analizaron las emisiones del combustible diésel fósil, una mezcla de grasa de oveja y biodiésel procedente de aceite de cocina usado, y una mezcla de grasa de pollo y biodiésel de semilla de algodón. No se observaron cambios significativos en los gases CO<sub>2</sub> y HC. La inyección de agua destilada reduce las emisiones de CO y NOx en aproximadamente un 10% y un 6% para el diésel fósil; y alrededor del 9% y el 7% respectivamente en el caso del biodiesel. La inyección de agua y urea reduce las emisiones de CO y NOx en aproximadamente un 60% y un 13% para el diésel fósil; y alrededor del 45% y 15% para el biodiesel.

Para Horng-Wen et al. (2018), Con su alta eficiencia, bajas emisiones y mayor comodidad y seguridad para los vehículos, las unidades de potencia

auxiliares de pila de combustible de oxidación sólida para vehículos pesados están ganando atención. Los resultados muestran que, a una temperatura de reacción de 700°C, relación urea/biodiesel = 3 y relación oxígeno/biodiesel = 9, la eficiencia de reformado más alta es 83,78%, la eficiencia de generación de H es 30,43 mol y la eficiencia de generación de CO es 12,68 mol. Este estudio confirma que la solución de urea reformada puede reemplazar con éxito al vapor en la regeneración automática de calor, proporcionar calor y aumentar la producción de gas de síntesis. También muestra que la solución de urea reformada mezclada con biocombustibles diésel se caracteriza por un contenido muy bajo de azufre, bajas emisiones de carbono y provoca sólo modificaciones menores en el combustible.

Para Payri et al. (2021), los óxidos de nitrógeno de los gases de escape se transforman en nitrógeno y agua mediante tecnología de reducción catalítica selectiva (SCR). Para que el sistema SCR funcione correctamente, el inyector de solución de agua y urea (UWS) debe suministrar suficiente líquido al tubo de escape para evitar la sedimentación y garantizar la eficacia del sistema SCR. Para esta tarea es necesario comprender cómo funcionan los inyectores. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es investigar el rendimiento hidráulico de los inyectores UWS midiendo el flujo del pulso de inyección para comprender el impacto de varios factores, como el fluido inyectado, la presión de inyección, la contrapresión y la temperatura del refrigerante del inyector.

Para Wei et al. (2021), las altas emisiones de NOx están garantizadas por el controlador de Reducción Catalítica Selectiva (SCR). La tasa de conversión de NH<sub>3</sub> y el bajo coeficiente de cizallamiento se pueden mejorar principalmente controlando la tasa de inyección y el tiempo de entrega de la solución de urea. Actualmente, no existen sensores comerciales de bajo costo que puedan medir directamente la tasa real de inyección de amoníaco (NH<sub>3</sub>); Por lo tanto, es necesario proponer un método numérico para estimar la tasa real de inyección de NH<sub>3</sub>, ayudando a estabilizar el efecto de control de emisiones del sistema SCR en motores diésel durante todo el período de funcionamiento. Se estableció un modelo no lineal de tres estados y se exploró el método de diseño de

observación de alta ganancia (HGO) para determinar variables de estado como la cantidad de  $\text{NH}_3$  y  $\text{NO}_x$  introducida. La concentración de  $\text{NH}_3$  y la cobertura de  $\text{NH}_3$  se pueden evaluar simultáneamente.

Para Shahairar et al. (2019), en este estudio se investigan experimentalmente los efectos del agua y la pulverización de urea en las paredes calentadas de un sistema SCR en un vehículo con escape diésel. Las condiciones de impacto y la distribución de las gotas de pulverización, dos factores cruciales de rendimiento del sistema, son el tema del estudio. En este trabajo se utilizó un inyector SCR comercial impulsado por presión, que se realizó en una cámara de prueba ópticamente visible con una variedad de temperaturas de pared y alturas de inyección. La tecnología de imágenes de alta velocidad Z-Shadow capturó el fenómeno del choque de rocío. La cantidad de inyección administrada desde el inyector se mide para determinar la velocidad de inyección.

Para Ying et al. (2019), el principal contribuyente a las emisiones de óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) en las ciudades son los vehículos diésel de servicio pesado (HDDV). Los sensores a bordo que permiten una evaluación instantánea de las emisiones ya están disponibles comercialmente, y China ha lanzado un programa piloto de sensores a bordo (OBS) en Beijing. OBS utiliza información de la red de datos del motor, incluidas las concentraciones actuales de  $\text{NO}_x$  de HDDV en carretera. Para evaluar la precisión del monitoreo OBS, uno de los vehículos piloto de OBS fue equipado con un sistema portátil de medición de emisiones (PEMS) y evaluado en una prueba comparativa en la carretera que duró dos días. El vehículo fue operado en condiciones normales y condiciones que simulaban el funcionamiento de un vehículo equipado con un sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) sin urea. La comparación de OBS y PEMS muestra que  $\text{NO}_x$  está fuertemente correlacionado tanto en el promedio instantáneo como en el promedio móvil. Aunque hubo grandes diferencias entre OBS y PEMS en un pequeño conjunto de mediciones instantáneas, la concentración media de  $\text{NO}_x$  de 60 s mostró una buena concordancia en todas las condiciones de prueba (Pearson  $R > 0,95$ , error relativo promedio -13% a

22%). Durante la simulación SCR controlada, las emisiones promedio de los vehículos aumentaron de 22 g/kg de combustible-1 a 48 g/kg de combustible-1, siguiendo la tendencia cuantificada por PEMS y OBS.

Para Kozina et al. (2019), las emisiones de CO y HC de los motores diésel modernos son insignificantes en comparación con las de los motores de gasolina comparables; Estas emisiones se pueden controlar incluso sin un convertidor catalítico. Todavía se utilizan métodos de control de NOx bien conocidos, como HP- EGR, pero debido a su baja eficiencia (menos del 50%), en condiciones prácticas son sólo sistemas auxiliares. Aunque los métodos HP-EGR tienen poco impacto en el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>, requieren un ajuste previo del motor debido a su baja eficiencia de conversión de NOx, lo que aumenta en gran medida el consumo de material o las emisiones de CO<sub>2</sub>. El sistema LP EGR se puede mejorar aún más gracias a soluciones técnicas avanzadas, como un compresor separado o parte de él, que permite la separación de los gases de escape del aire limpio y una dosificación precisa con React más rápido. La ventaja del LNT es su compacidad y su diseño más simple, mientras que la SCR en condiciones reales da resultados ligeramente mejores en términos de reducción de NOx (más del 90%) y consumo de combustible, pero el costo de los reactivos aumenta aproximadamente un 2% más que los costos del combustible.

Para Aditya et al. (2019), la industria del automóvil cuenta con diversas regulaciones para limitar las emisiones contaminantes de los motores diésel. Se ha desarrollado tecnología de motores moderna para reducir las emisiones de HC, CO<sub>2</sub> y CO no quemado con el fin de controlar las emisiones contaminantes y cumplir con las regulaciones de emisiones. Sin embargo, es difícil cumplir con los límites de emisiones de NOx según estándares globales como los europeos (EURO VI) y americanos (USA TIER 2 BIN 5). La reducción catalítica selectiva (SCR) utilizando amoníaco (NH<sub>3</sub>) elimina eficazmente los óxidos de nitrógeno de los motores diésel. Sin embargo, a menudo resulta difícil conseguir una distribución uniforme del amoníaco. Por lo tanto, es esencial estudiar el impacto del tiempo de inyección de urea en la eficiencia prevista de eliminación de NOx



porque unas condiciones constantes optimizan la uniformidad del amoníaco.

Para Libero et al. (2020), el principal método para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx) de los motores diésel es la reducción catalítica selectiva, que requiere inyectar una solución de urea a base de agua (UWS) en los gases de escape calientes. El principal objetivo del trabajo es desarrollar un método para predecir la evaporación del agua de inyección de urea. Por lo tanto, se realizó una prueba general para recopilar datos de verificación en condiciones reales de operación. El dispositivo se basa en un inyector de dos fluidos y está diseñado para forzar el ingreso de aire a una corriente de tubería caliente. El tamaño de las gotas y las curvas de distribución de velocidad se capturaron utilizando imágenes microscópicas y velocidades de seguimiento de partículas.

Para Pratama et al. (2020), los sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR) basados en urea son uno de los métodos utilizados para reducir las emisiones de NOx en los motores diésel. Debido al uso de una presión de inyección baja para evitar mojar la pared de escape con la solución de agua y urea, el proceso de atomización, que es importante para mejorar la eficiencia de conversión de NOx, sigue siendo insatisfactorio. En este estudio, nos centramos en las fuerzas electrostáticas como fuente para mejorar la atomización de soluciones acuosas de urea. Se aplicó un voltaje de hasta 7 kV a una sola boquilla y se aplicaron diferentes presiones de inyección de hasta 7 MPa para estudiar cómo el efecto de la carga en el proceso de atomización se manifiesta de manera diferente en diferentes regímenes de flujo. La estructura macroscópica del aerosol se observó mediante el uso de imágenes de alta velocidad. Los resultados mostraron que el efecto de la fuerza electrostática dio como resultado gotas de menor tamaño y se logró un rango de pulverización más amplio, especialmente con voltajes aplicados más altos, de dos maneras diferentes dependiendo de la presión de pulverización.

Para Kulkarni et al. (2021), la dispersión de las escamas de DDA75 (Gotas de tensioactivo al 75%) es mucho mayor que la de las gotas de UWS (Solución de agua-urea), un máximo del 37%, debido a la tensión superficial reducida. La

distribución del tamaño de las gotas secundarias formadas después de la ruptura de las plaquetas muestra una fuerte influencia de la temperatura de la pared, el momento de impacto y la tensión superficial UWS; La distribución de gotas de DDA75 es mucho más estrecha (hasta un 36%) que la distribución de gotas de UWS a altas temperaturas. Este estudio muestra que la mezcla en un sistema de urea-SCR se puede mejorar usando UWS suplementado con surfactantes debido a una mejor evaporación debido a una mayor dispersión y distribución de tamaño. La gota secundaria es más estrecha y puede haber menos residuos de urea debido a la tensión superficial reducida de la UWS.

Para Choi et al. (2015), al contrastar los hallazgos del análisis numérico con los hallazgos experimentales de la descongelación de tanques de urea congelados, se confirmó la precisión del análisis. Para realizar el análisis numérico se utilizó el programa de software comercial STAR-CCM. Además, se calculó el impacto del material aislante del tanque exterior de urea sobre el tiempo de congelación. El refrigerante del motor circula a través de tubos en el sistema de fusión seleccionado y una comparación del análisis numérico con mediciones experimentales revela un error del 6% en comparación con la fusión en circunstancias estándar. En comparación con un tanque sin aislamiento, el aislamiento evita que se transfiera un 25% más de calor al exterior del contenedor.

Para Zhao et al. (2023), este estudio presenta un sustrato de motor diésel corrugado para la reducción catalítica selectiva de urea (urea-SCR) basada en ((V<sub>2</sub> O<sub>5</sub> - WO<sub>3</sub> / TiO<sub>2</sub> (V-SCR)) y (Cu (Cu-SCR)). En el banco de pruebas de motores diésel de ciclo mundial de transición única (WHTC), se examinó experimentalmente el impacto de la relación amoníaco/nitrógeno en las emisiones de NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> y N<sub>2</sub>O. El volumen del catalizador respecto al volumen de gases de escape del motor se divide por el otro en un factor de 1:6. La respuesta de reducción de NO<sub>x</sub> del V-SCR tiene características de emisión de NO<sub>x</sub> superiores a medida que aumenta en comparación con el Cu-SCR. Las emisiones de NO<sub>x</sub> de V-SCR y Cu-SCR disminuyen de 0,44 g/kWh y 0,63 g/kWh a 0,26 g/kWh, respectivamente, a medida que aumentan de 1,0 a 1,2.

Para Wei et al. (2017), debido a su alto potencial de reducción de NOx, la tecnología de reducción catalítica selectiva (SCR) ha sido reconocida como una tecnología prometedora de postratamiento de diésel. Además, se determinó la cobertura de amoníaco como medida de control y el límite superior de la cobertura de amoníaco se obtuvo aplicando el método de perturbación única para determinar su rango esperado. Para asegurarse de que la cobertura de amoníaco calculada esté dentro del rango necesario para optimizar el rendimiento del SCR a lo largo de la vida útil del motor, se utiliza un algoritmo NMPC de retroalimentación de estado.

Para Kozan (2021), En este estudio se examinan el rendimiento y las emisiones de un motor diésel de inyección directa en relación con la adición de AdBlue, urea y una mezcla de urea y ácido cítrico al combustible diésel. Con distintas cargas de motor, se están realizando estudios experimentales sobre parámetros adicionales. En general, se puede concluir que la adición de urea y su mezcla reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se espera que las emisiones de NOx se reduzcan aún más con la adición de urea y sus mezclas. Sin embargo, la reducción esperada no se ha logrado por completo. El Adblue diésel experimentó la mayor reducción, hasta un 12% en comparación con el diésel. Como resultado, la adición de urea y ácido cítrico al combustible diésel redujo significativamente las emisiones de HC, CO y NOx. El uso de urea sola aumentó significativamente los contenidos de HC y PM. Sin embargo, la urea diésel y el ácido cítrico forman una gran combinación. Se pueden lograr ahorros eliminando los inyectores de AdBlue utilizados por los fabricantes de automóviles para evitar exceder los límites de emisiones europeos.

Finalmente se plantea las siguientes hipótesis general de esta investigación, La mezcla de urea, agua y ácido cítrico reduce las emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024, así mismo como hipótesis específico: Las características de la mezcla de urea, agua y ácido cítrico permiten la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024; Las diferentes concentraciones de urea, agua y ácido cítrico reducen las emisiones

de gases de motores diésel, Los Olivos 2024; Las dosis de concentración de 32,5% urea, reducen las emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024 y La eficiencia de reducción de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico es de un 90%.

## II. METODOLOGÍA

Esta investigación fue de tipo aplicada, donde se implementa y busca dar soluciones a la problemática que se menciona, en este caso mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de gases en motores diésel, lo cual la investigación aplicada tiene como objetivo arreglar problemas prácticos que son planteados. Así mismo se tiene como enfoque cuantitativo, porque emerge en las ciencias naturales y posteriormente es referenciada a estudios sociales, se conoce por ser de manera objetiva y deductiva, producto de los múltiples procesos experimentales que pueden ser medibles, (Novoa, 2017). En esta investigación se comprobó y explicó si al utilizar la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, se puede reducir las emisiones de gases de motores diésel, de manera que, permita demostrar que la mezcla sea eficiente. Así mismo el diseño de investigación es experimental, refiere que la investigación es caracterizada por su manipulación intencionada de la variable independiente y su análisis de su impacto sobre una variable dependiente, (Ramos, 2021). Así mismo en el diseño experimental se planteó las variables independiente y dependiente, con el propósito de poder buscar soluciones más factibles para el manejo de la reducción de gases que son emitidos por motores diésel e identificar si la mezcla de urea, agua y ácido cítrico son pertinentes para tratar los gases emitidos. Por otro lado, el enfoque es cuantitativo, lo cual busca demostrar la hipótesis por medio de recolección de dato de manera secuencial. Dentro de ello se detalla las variables para el interés de la investigación, tanto como la variable dependiente, reducción de gases de motores a diésel, como así mismo se tomó en cuenta la caracterización de los diferentes gases que son principalmente los que emiten dicho motores, consecutivamente, como variable independiente se referencia a la urea, agua y ácido cítrico, donde se llevar a cabo su caracterización de cada uno de ello, tomando también en consideración sus parámetros físicos y cómo influye la mezcla en la reducción de gases.

De acuerdo a lo mencionado, se estable las definiciones de las variables dependiente e independiente, donde se detalla la forma a evaluar durante el proceso de aplicación de la mezcla de urea, agua y ácido cítrico en la reducción

de emisiones de gases de motores diésel.

**Variable dependiente:** Reducción de gases de motores a diésel.

Definición conceptual: Los motores a diésel son más eficientes que un motor de combustión interna a gasolina, pero la contaminación que produce posterior a su utilización es nociva para el medio ambiente y las personas, es por ello que se implementa metodología para poder reducirlo de manera significativa evitando que su incremento (Gallardo, 2022). Definición operacional: La variable se determinó mediante la reducción de los gases emitidos por motores diésel, como así mismo se tomó en cuenta la caracterización de los diferentes gases que son principalmente los que emiten los motores a diésel.

**Variable independiente:** Urea, agua y ácido cítrico

Definición conceptual: La urea automotriz es un lubricante líquido diseñado para reducir los gases emitidos por los motores, (Perez,2002). El agua es un componente natural de la tierra, conocido químicamente como H<sub>2</sub>O, el cual es un diluyente universal y por último el ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbónico, químicamente conocido como C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O (Muñoz, 2014). Definición operacional: Se llevará a cabo la caracterización de la urea, agua y ácido cítrico, tomando en consideración sus parámetros físicos y cómo influye la mezcla en la reducción de los gases. Por lo tanto, los indicadores que se van a cuantificar son pH, peso, densidad y temperatura, además se tomará en cuenta su nivel de eficiencia. Para la operacionalización de esta investigación se determinaron valores importantes mediante búsqueda a través de artículos científicos y se detalló en una matriz de operacionalización para poder recaudar información de relevancia.

Para la población de acuerdo al estudio es definida, limitada y disponible como referencia para muestras seleccionadas donde cumple con un conjunto predefinidos de criterios, en ese sentido como población está conformada por las emisiones de gases que emite el vehículo con motor a diésel, que contiene el

sistema Adblue (Arias, 2016). Junto a ello se aplica los criterios de inclusión como emisiones de gases por motores con combustión a diésel; y, por consiguiente; su criterio de exclusión que son los motores con emisión de gases a combustión de gasolina. Como parte de la muestra se realizó 6 muestras en un vehículo que cumpla las características en mención con la utilización de la urea, agua y ácido cítrico donde se miden los parámetros de CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. La técnica de muestreo es no probabilístico aleatorio simple, ya que se obtuvo de los gases emitidos de un motor a diésel y se realizó el análisis correspondiente.

Entonces para la adecuada recolección de datos de la presente investigación se usó la técnica de la observación directa, lo cual se interpreta en el registro y apunte de los datos sistemáticos obtenidos en los diferentes experimentos, teniendo en cuenta que debe ser válido y confiable. Así mismo para obtener un buen resultado en la investigación fue evaluado por especialistas expertos en la materia, donde tendrán en cuenta si las fichas tienen claridad, coherencia y consistencia con los datos.

Esta investigación empleo como instrumento de recolección de datos la ficha de características de la urea, agua y ácido cítrico; ficha de tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico y tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico, la cual mediante estas permitió obtener información necesaria que permite evaluar su eficacia de la reducción de gases mediante el tratamiento de las 6 mezclas y así se cumplirá con el objetivo de esta investigación. La Tabla 1, muestra los instrumentos considerados en esta investigación, ya que a través de ellos se respondió a cada objetivo propuesto.

**Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Observación</b>	<b>Ficha 1:</b> Características de la urea, agua y ácido cítrico
	<b>Ficha 2:</b> Tratamiento con mezcla de urea y agua
	<b>Ficha 3:</b> Tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico

En lo consiguiente, los instrumentos fueron evaluados por especialistas ambientales, donde mediante una revisión y corrección se evaluó y validó las fichas de recolección de datos, en concordancia a los objetivos detallados. Seguidamente, se muestra la validación de los instrumentos mediante la prueba de V de Aiken como se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2: Validación de instrumentos, Prueba V de Alken**

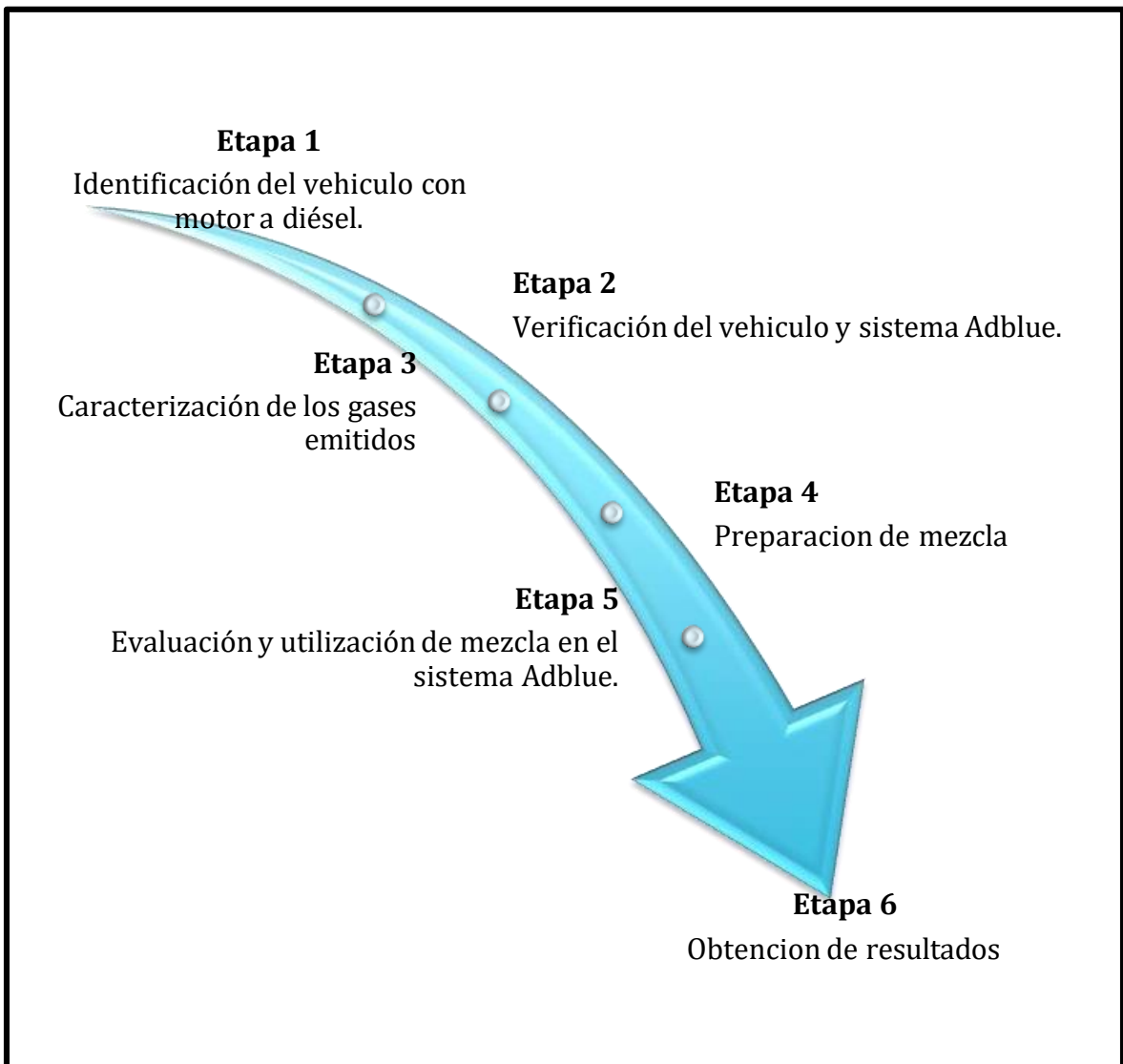
$$V = \frac{S}{(n(c - 1))}$$

<b>Instrumentos</b>	<b>Verificación</b>			<b>S</b>	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>v</b>
	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>				
<b>Ficha 1:</b> Características de la urea, agua y ácido cítrico	85%	90%	85%	260	3	100	0.88
<b>Ficha 2:</b> Tratamiento con mezcla de urea y agua	85%	90%	85%	260	3	100	0.88
<b>Ficha 3:</b> Tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico	85%	90%	85%	260	3	100	0.88
<b>Promedio</b>							<b>0.88</b>



Así mismo para la confiabilidad de los experimentos se evidencia en las réplicas que se realizaron y que para un fin de estudio puede ser repetido por otro investigador y se evidenciará los datos que se muestran, para la obtención de los resultados se utilizó un equipo Testo 350 XL, que se usó cuando se tuvo la mezcla vertida en el depósito del vehículo a utilizar para este experimento, haciendo factible poder evidenciar el sistema Adblue que contiene.

En la presente investigación se realizó en 6 etapas, donde se detallan los trabajos a realizar para lograr los objetivos que se plantean, a continuación, se detalla en la Figura 1 las etapas del proceso.



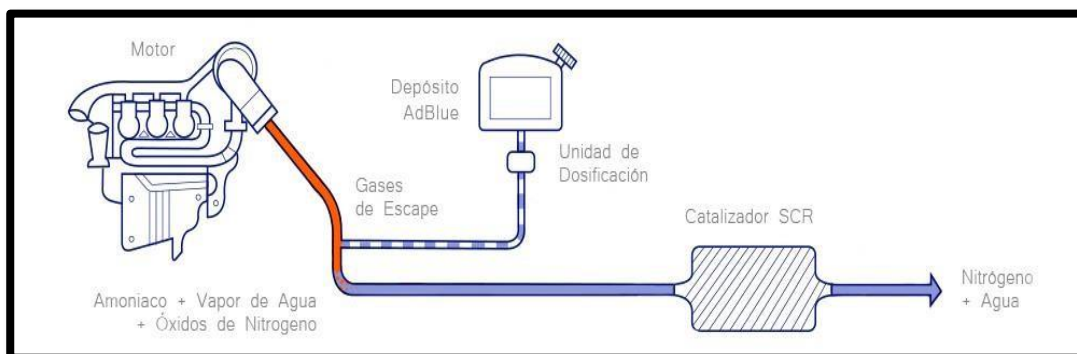
**Figura 1.** Etapa de procedimiento de estudio.

En la Figura 2 la identificación del vehículo para esta investigación es de un volquete, de marca HOWO, modelo SINOTRUCK T7H del año 2024, en el cual se evidenció que cuenta con un motor de combustión a diésel.



**Figura 2.** Vehículo con motor a diésel

Así mismo en la Figura 3, se obtuvo la información correspondiente del sistema AdBlue del vehículo, se evaluó si cumplía con la norma Euro V, ya que es uno de los requisitos con el que debe contar el vehículo, que es la tecnología que usa la urea y un convertidor catalítico, donde permite reducir significativamente las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx), para ello la manera más eficiente y distintiva de poder localizar el sistema de Adblue, es la referencia que lo localiza al lado del tanque de combustible y contiene un tapón de color azul, que es característico para poder identificarlo.



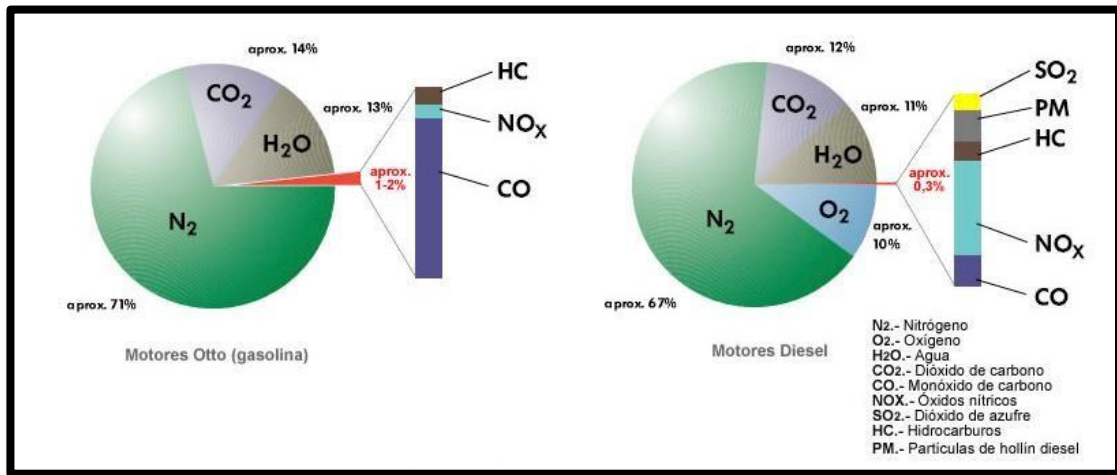
**Figura 3.** Sistema Adblue



**Figura 4.** Vehículo de estudio con el sistema Adblue

Después de haber identificado el vehículo como se muestra en la Figura 4 que esté cumpliendo la norma Euro V, se procede a evaluar los parámetros de los gases que son emitidos por lo motores a diésel, una de las principales causas en los motores a diésel es la excesiva emisión de Óxido de Nitrógeno, es por ello que conforme se pasan los años se toma más en consideración el poder eliminar en un 99.9% esto gases, y así mismo se implementan diversidades de sistemas con la finalidad de reducirlo y demostrar su eficiencia y a la par el cuidado del ambiente para si poder implementar el parque automotor sostenible.

A comparación de los motores a gasolina existe una diferencia que puede tenerse en consideración de los motores a diésel, es por ello que en la Figura 5 se puede evidenciar los diferentes gases de cada tipo de motor y su porcentaje.



**Figura 5.** Emisiones de gases de automóvil a diésel y gasolina

**Fuente:** Kulovuori, (2018)

Así mismo para la evaluación correspondiente, se toma como consideración los parámetros de la maquina Testo 350XL, donde se utilizó los parámetros como el Monóxido de carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Monóxido de Nitrógeno (NO), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Para esta investigación se realizaron las 6 mezclas, dentro ello conformado por la urea, agua y ácido cítrico, lo cual se dosificará en porcentaje referenciado en la siguiente Tabla 3:

**Tabla 3:** Proporción de las mezclas de urea y ácido cítrico

Mezcla de urea, agua	Mezcla 1	25% urea y 75% agua
	Mezcla 2	32.5% urea y 67.5% agua
	Mezcla 3	40% urea y 60% agua
Mezcla de urea,	Mezcla 1	32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua
		40% urea, 11.5% ácido cítrico
agua y ácido cítrico	Mezcla 2	y 48.5% agua
	Mezcla 3	25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua

Para poder determinar la cantidad necesaria a utilizar para las muestras, se hizo un análisis previo al tanque de Adblue con el que cuenta el vehículo, donde su capacidad total es de 10 galones, así mismo para poder obtener datos del análisis se preparó 7 litros de cada una de las mezclas, dentro del cual sería aproximadamente  $\frac{1}{4}$  del tanque. Se midió la concentración de urea como de agua destilada, de tal manera que pueda estar distribuida en los 7 litros de la muestra, para ello se utilizó una regla de tres simple para determinar con exactitud el peso a utilizar.

**Mezcla 1:** 25% urea y 75% agua

$$x = \frac{7,000g \times 25\%}{100\%} = 1,750 g \text{ urea}$$

$$7,000g - 1,750g = 5,250 g \text{ agua destilada}$$

**Mezcla 2:** 32.5% urea y 67.5% agua

$$x = \frac{7,000g \times 32.5\%}{100\%} = 2,275 g \text{ urea}$$

$$7,000g - 2,275g = 4,725 g \text{ agua destilada}$$

**Mezcla 3:** 40% urea y 60% agua

$$x = \frac{7,000g \times 40\%}{100\%} = 2,800 g \text{ urea}$$

$$7,000g - 2,800g = 4,200 g \text{ agua destilada}$$

**Mezcla 4:** 25 % urea, 15% ácido cítrico y 60% agua

$$25x + 60x + 15x = 7,000$$

$$25 \times 70 = 1,750 \text{ g urea}$$

$$100x = 7,000$$
$$x = 70$$

$$60 \times 70 = 4,200 \text{ g agua destilada}$$
$$15 \times 70 = 1,050 \text{ g ácido cítrico}$$

**Mezcla 5:** 32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua

$$32.5x + 60x + 7.5x = 7,000$$
$$100x = 7,000$$
$$x = 70$$

$$32.5 \times 70 = 2,275 \text{ g urea}$$
$$60 \times 70 = 4,200 \text{ g agua destilada}$$
$$7.5 \times 70 = 525 \text{ g ácido cítrico}$$

**Mezcla 6:** 40% urea, 11.5 % ácido cítrico y 48.5% agua

$$40x + 48.5x + 11.5x = 7,000$$
$$100x = 7,000$$
$$x = 70$$

$$40 \times 70 = 2,800 \text{ g urea}$$
$$48.5 \times 70 = 3,395 \text{ g agua destilada}$$
$$11.5 \times 70 = 805 \text{ g ácido cítrico}$$



**Figura 6.** Procedimiento de pesado del ácido cítrico

En la Figura 6 se pesó cada uno de los resultados en una balanza gramera y se disolvió en el agua destilada de cada mezcla, en cada situación se mantuvo el margen de error de 0.5 g para lograr así tener una mezcla pura y evitando su contaminación, cada disolución duro 15 minutos en prepararse, debido a que se tenía que disolver completamente ambos productos sin que quedara ningún

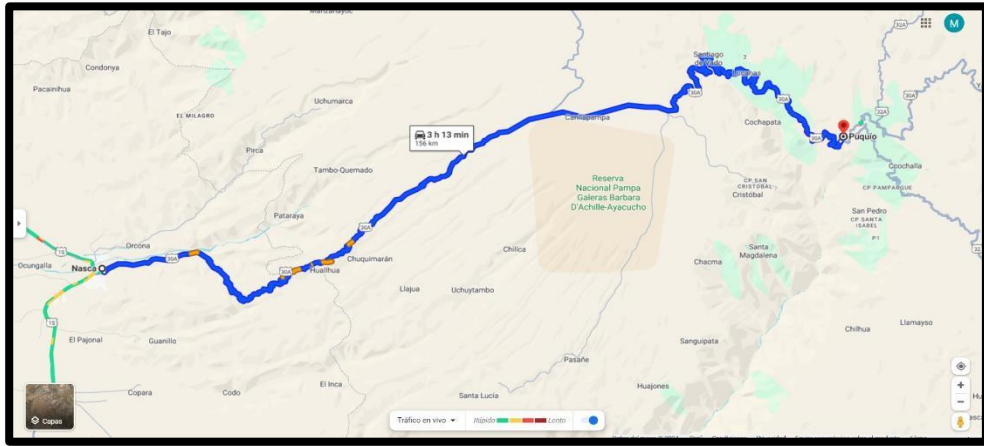
grumo para que la mezcla sea completamente homogénea como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.** Proceso de elaboración de mezclas

Después de la preparación de cada una de las mezclas se sometió a utilizar el sistema Adblue que contiene el vehículo que se expuso para la presente investigación, así mismo las pruebas se hicieron en dos fechas distintas, de acuerdo al cronograma del propietario del vehículo, para la primera prueba se utilizó todas las mezclas con una medición de cada uno de ellas teniendo como punto de partida la ciudad de Nasca con dirección hacia la ciudad de Puquio como se indica en la Figura 8, dentro de lo cual en el camino hacia el destino se iba haciendo el vertimiento del depósito del tanque, para si poder rellenarlo con las otras mezclas que se tenían.





**Figura 8.** Carretera Interoceánica Nasca – Puquio

Después de determinar el trayecto que se tomaría para las pruebas, así mismo el tiempo que implicaría cada muestra para poder tenerlo como referencia, y evidenciar algún cambio anómalo que pudiera suscitar. Para ello se mantuvo evaluado los equipos necesarios para poder utilizarlo durante el tiempo que demande para cada mezcla. Así mismo en la Figura 9, se utilizó el equipo analizador electroquímico de marca Testo modelo 350, donde este permitió evaluar cada uno de los gases que se pretenden analizar con fines de estudio, y así mismo poder comparar si existe alguna reducción. Las características del equipo es la importancia de su transporte, ya que nos permite de manera óptima evaluar directamente al vehículo, y es portátil así mismo consta con una impresora portátil donde se puede imprimir los resultados de las mediciones de cada muestra.



**Figura 9.** Equipo analizador electroquímico Testo 350

En la Figura 10 se demostró que después de tener listo las mezclas, los equipos de medición de gases y el vehículo, se procedió a realizar la primera medición de gases con el vehículo encendido, así mismo para poder tener de referencia cuanto es los gases que emite el vehículo con el Adblue que se vende en establecimientos autorizados bajo el nombre de urea automotriz.



**Figura 10.** Primera medición de gases del vehículo

Posteriormente en la Figura 11 se realizó el drenado del vehículo, lo cual se ubica el parte inferior del tanque de Adblue, así mismo con una llave 24" se procedió a su apertura correspondiente y el tanque se empezó a drenar quedando totalmente vacío.



**Figura 11.** Drenado de tanque de Adblue

Po otro lado en la Figura 12 se procedió a realizar el vertimiento de una de las 6 mezclas que se tenía, conjuntamente se utilizó un cono filtro para poder retener algunas impurezas que pueda existir en el producto, al usar los 7 litros se pudo observar en el tablero del vehículo que la cantidad previste indica que era  $\frac{1}{4}$  del tanque de Adblue, con esas observaciones se encendió y empezó a avanzar por tiempo prolongado hasta ubicar algún lugar donde se pueda estacionar para si poder también tener en consideración que la mezcla haya pasado por parte del sistema Adblue y se encuentre ya mezclándose con los gases emitidos por el motor de combustión a diésel. Y así sucesivamente se realizó el mismo procedimiento en cada una de las mezclas que se tenían durante todo el trayecto.



**Figura 12.** Vertimiento de mezcla y medición con el sistema Adblue

Las mediciones de los gases se realizaron en dos días para poder evidenciar si existía parte de algún cambio y así mismo poder concretar para la parte estadística, en las diferentes mezclas se tuvo como referencia también parte del trayecto donde se subía hacia nuestro destino, así mismo se evidenció que cuando el vehículo marcaba un testigo de NOx se tomaba como referencia que podríamos medir antes de que pueda terminar la mezcla, y ello nos hacía referencia que la mezcla que habíamos vertido se integró en el sistema de

Adblue, permitiendo así hacer más óptimo el trabajo que se realizó. Posteriormente una vez obtenido los vouchers se evidenció algunos cambios en los parámetros, lo cual son beneficio para la presente investigación.

En esta tesis se mantendrá en cuenta la honestidad y respeto de la información; así mismo, la investigación referente fue revisada por el programa Turnitin donde se obtuvo un porcentaje de similitud menor al 20%, lo cual permite demostrar la originalidad de la investigación y del aporte de la investigación, así mismo, se para poder citar a los autores mencionados en la investigación se utilizó la normativa ISO-690; además la investigación es dirigida mediante la resolución N°0262-2023- del código de ética de investigación de la Universidad César Vallejo es poder buscar la determinación su impacto y una explicación de ella.

### III. RESULTADOS

A continuación, se evidencian los resultados obtenidos de la investigación de acuerdo a los objetivos que se detalla en la matriz de consistencia.

Para dar respuesta al objetivo general reducir las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico donde se llevó a cabo la resolución de cada uno de los objetivos específicos dando como respuesta que si se logró la reducción de las emisiones de gases con el uso de la mezcla 3 de urea al 40% y eso se demuestra en los siguientes objetivos específicos:

Para el primer objetivo específico de caracterizar la urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, se identificaron las principales características de los componentes a utilizar para las mezclas, con la finalidad de reconocer su peso, pH, densidad y temperatura; como se evidencia en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Características de la urea, agua destilada y ácido cítrico

Característica	Peso	pH	Densidad	Temperatura
	g		g/cm <sup>3</sup>	°C
Urea	13650	7.95 - 9.5	1.34	20.1
Agua destilada	25970	5.0 - 7.5	1	18
Ácido cítrico	2380	1.7	1.67	20.3

Al determinar las características del peso total a utilizar dentro del trabajo se identificó de manera general los parámetros posteriores para poder tener en consideración los factores adecuados de cada composición al momento de poder utilizarlo para la mezcla de las dosificaciones que se tienen en consideración.

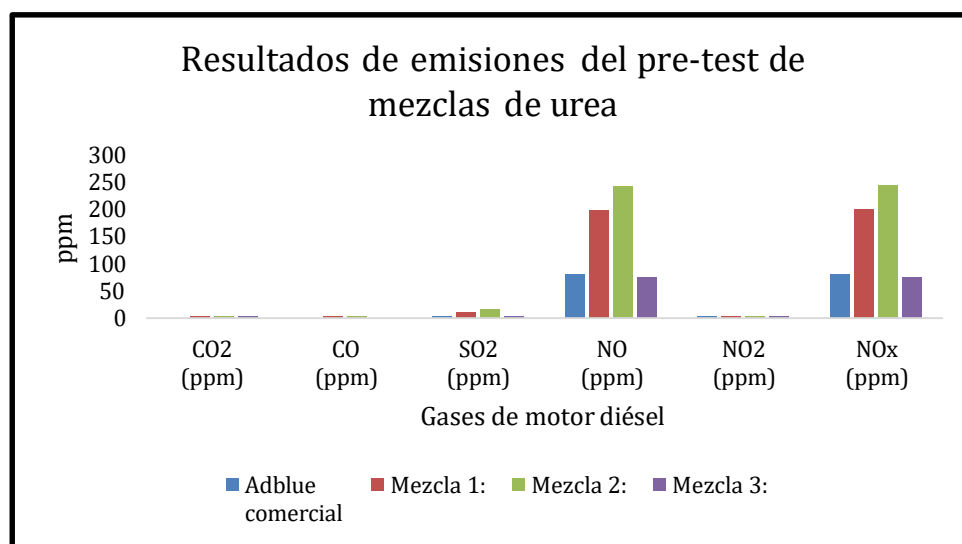
En las pruebas de campo se realizaron las muestras en el sistema Adblue

del vehículo, para así obtener resultados como se redacta en el objetivo específico 2; que indica realizar pruebas a diferentes concentraciones de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, para ello se utilizó el equipo Testo 350XL.

De igual manera para demostrar una respuesta al objetivo 2 se realiza la comparación de resultados obtenidos en el pre-test de prueba de mezclas de urea en diferentes concentraciones que se evidencia en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Resultados de las emisiones del pre-test de mezclas de urea

	Agua (%)	Urea (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NO (ppm)	NO2 (ppm)	NOx (ppm)
<b>Adblue comercial</b>	67.5	32.5	0	0	5	79	0.2	79.2
<b>Mezcla 1:</b>	75	25	1.37	1	10	200	2.5	202.5
<b>Mezcla 2:</b>	67.5	32.5	1.61	5	14	243	3.1	246.1
<b>Mezcla 3:</b>	60	40	1.41	0	4	74	1.2	75.2



**Figura 13.** Resultados de las emisiones del pre-test de mezclas de urea

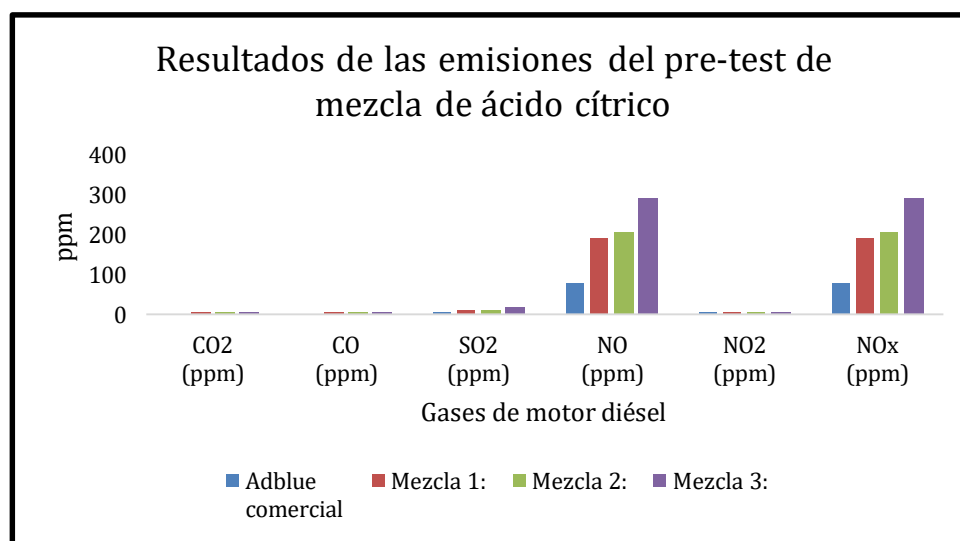
La Tabla 5 y Figura 13 muestran la primera muestra que se realizó con las mezclas de urea y agua destilada con el fin de poder evidenciar si se puede

encontrar algún cambio positivo dentro de estas mezclas, así mismo se presentó primero el análisis de la primera muestra, que consta del Adblue comercial que tenía el vehículo, para si poder comparar que porcentaje y variabilidad que podría emitir al utilizar las mezclas posteriormente, así mismo el resultado que se obtuvo fueron totalmente bajas afirmando así que el Adblue comercial mantiene los niveles de emisión de gases por debajo de los estándares y en esta ocasión como principal reducción del óxido de nitrógeno, que es el principal gas emitido por el vehículo a diésel, por otro lado, al utilizar la mezcla 1 conformada por un 25% de urea y 75% de agua destilada, se mantuvo un porcentaje superior en todos los gases que se median en el equipo analizador, así mismo se pudo evidenciar que al reducir la urea no se obtenían resultados positivos, infiriendo así que a menor componente de la urea el ppm de los gases aumenta considerablemente. Así mismo al utilizar la mezcla 2 conformada por el 32.5% de urea y 67.5% agua destilada, se hizo referencia al porcentaje que se usa para la elaboración del Adblue comercial, donde al analizar estos gases se obtuvo que el incremento no aportó un resultado favorable, sino más bien hubo un aumento mínimo por cada uno de los gases que se detallaban en el analizador, por último al utilizar la mezcla 3 conformada por 40% de urea y 60% agua destilada hubieron datos favorables a comparación con el Adblue comercial, donde se evidencio que en cada uno de los gases hubo una mejora y en otros una alteración, como el CO<sub>2</sub> donde se incrementó en 1.41 ppm y así mismo en el NO<sub>2</sub> en un aumento de 1.2 ppm, por otro lado en los gases de CO se mantuvo las ppm sin variación alguna lo cual permite identificar que se mantuvo un control total sobre el gas en mención, así mismo en el SO<sub>2</sub> disminuyo considerablemente en 1 ppm mostrando una ligera variación, mientras que en el NO hubo una disminución de 4 ppm donde la cifra al ser un poco más baja presento mejoras, lo cual se infiere que la urea puede ser más eficaz en mayores proporciones y aportando una disminución considerable, y finalmente en el NO<sub>x</sub> se redujo en 4 ppm lo cual al ser el principal gas a cual se trabaja dentro de la norma Euro V es un aporte favorable, permitiendo así con esos datos determinar y seguir evaluando que considerable seria poder incrementar la urea en el sistema Adblue para la reducción de gases en motores diésel. Posteriormente en el pre-test de las mezclas de ácido cítrico medición, se realizaron las muestras

en el sistema Adblue del vehículo, para así obtener resultados de las diferentes concentraciones como se redacta en el objetivo específico 2, para ello se utilizó el equipo Testo 350XL y posteriormente se hizo la evaluación de los resultados obtenidos donde se evidenció algunos cambios de la mezcla del ácido cítrico que se realizó para la reducción de gases que son detallados.

**Tabla 6.** Resultados de las emisiones del pre-test de mezcla de ácido cítrico

	Agua (%)	Urea (%)	Ácido cítrico (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NO (ppm)	NO2 (ppm)	NOx (ppm)
<b>Adblue comercial</b>	67.5	32.5	0	0	0	5	79	0.2	79.2
<b>Mezcla 1:</b>	60	32.5	7.5	1.45	3	10	190	2.6	192.6
<b>Mezcla 2:</b>	48.5	40	11.5	1.53	2	11	206	3	209
<b>Mezcla 3:</b>	60	25	15	1.68	3	18	290	2.4	292.4



**Figura 14.** Resultados de las emisiones del pre-test de mezcla de ácido cítrico

En la Tabla 6 y Figura 14 se evidencia las mezclas que se implementó utilizando tres componentes esenciales como son la urea, ácido cítrico y agua para la reducción de gases en motores diésel, así mismo el implemento del componente ácido cítrico es añadido en pequeñas proporciones, para evaluar el comportamiento que esta puede generar dentro del sistema Adblue, es por ello



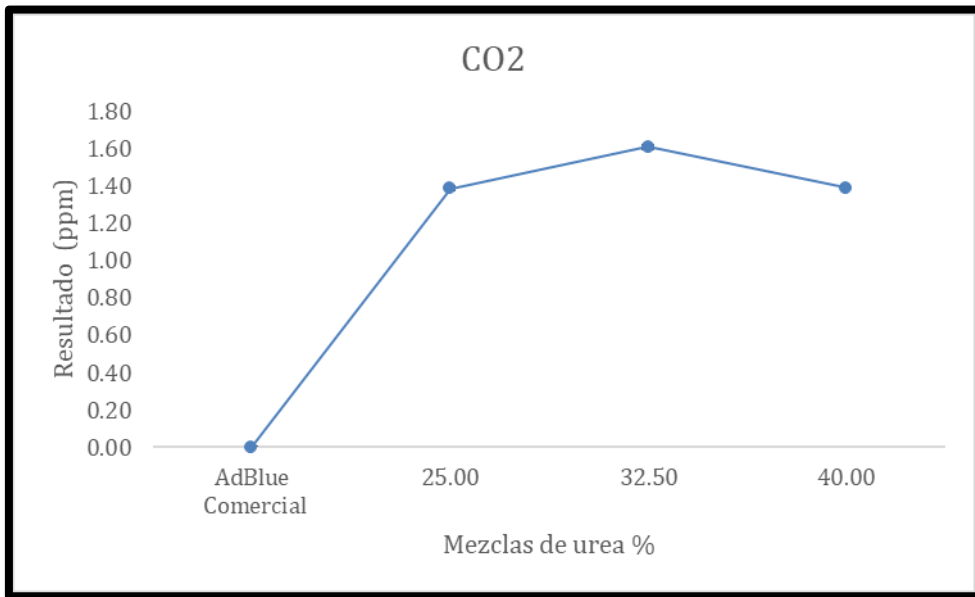
que dentro de las 3 mezclas que se realizó y en comparación al Adblue comercial que utiliza se evidenció que la mezcla 1 conformado por urea al 32.5% y 7.5% ácido cítrico mostro una variación ligera en los gases del CO<sub>2</sub> en un 1.45 ppm, por otro lado con el CO incremento en un 3 ppm lo cual es un cambio ligero que podría no estar de acorde a lo establecido, así mismo con SO<sub>2</sub> se incrementó en 5 ppm, en el NO hubo un cambio drástico y elevado puesto que el incremento fue de 111 ppm y de la misma manera en el NO<sub>x</sub> con un aumento de 113.4 ppm siendo así esto los gases con más aumento y brindando resultados no favorables a como se esperaba, por otro lado en la mezcla 2 de urea 40% y 11.5% ácido cítrico se evidenció un incremento en CO<sub>2</sub> de 1.53 ppm, consiguientemente en el CO se aumentó en 2 ppm siendo así el que menos aumento, mientras que el SO<sub>2</sub> ligeramente aumento en 11 ppm que es el doble en comparación a al Adblue comercial, para el NO y NO<sub>x</sub> hubo un incremento de 127 ppm y 129.8 consecutivamente lo cual puede seguir incrementando considerablemente, y haciendo así que los gases puedan generar un impacto y no dando una solución directa. Por otro lado, en la mezcla 3 se obtuvo que en cada uno de los gases hubo incremento considerable, como es el caso del CO<sub>2</sub> en 1.68 ppm, en el CO se mantuvo igual a la mezcla 1 en 3 ppm, en el SO<sub>2</sub> incremento en 18 ppm y mientras que en el NO y NO<sub>x</sub> incremento 290 ppm y 292.4 consecutivamente mientras que el NO<sub>2</sub> fue la mezcla que obtuvo menor aumento siendo de 2.4 a comparación de las demás mezclas utilizadas. Para poder contrastar los datos que se obtuvieron en el pre-test de la mezcla de urea, se realizó una prueba de tres repeticiones de las mezclas donde se hizo la medición para poder comparar los resultados que se obtuvo para analizar y corroborar que no exista ninguna variación, así mismo se grafico los resultados obtenidos de cada parámetro donde se muestra su linea de tendencia y margen de error.

**Tabla 7.** Resultados de las pruebas de mezcla de urea

	Agua (%)	Urea (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NO (ppm)	NO2 (ppm)	NOx (ppm)
<b>Adblue comercial</b>	67.5	32.5	0	0	5	77	0.1	79.0
	67.5	32.5	0	0	5	78	0.1	79.2
	67.5	32.5	0	0	5	78	0.1	79.3
<b>Mezcla 1</b>	75	25	1.40	1	11	202	2.5	202.5
	75	25	1.38	1	10	201	2.5	202.5
	75	25	1.38	1	11	201	2.5	202.5
<b>Mezcla 2</b>	67.5	32.5	1.60	5	13	242	3.1	246.2
	67.5	32.5	1.61	5	13	242	3.2	246.1
	67.5	32.5	1.62	6	13	242	3.2	246.1
<b>Mezcla 3</b>	60	40	1.39	0	3	74	1	75
	60	40	1.39	0	3	73	1	75.2
	60	40	1.39	0	3	73	1	75.2

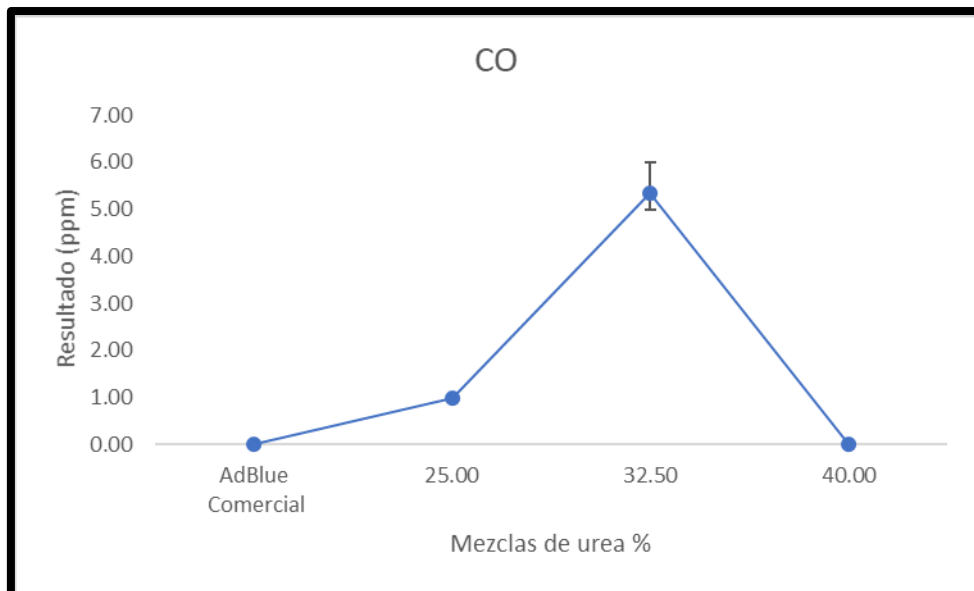
Es por ello que en la Tabla 7 se reflejan los datos que se obtuvo demostrando así que la mezcla 1 mantuvo valores con variaciones en decimales en comparación de la primera prueba de AdBlue comercial evidenciando que en ninguno de los gases presento una reducción significativa, por otro lado, en la mezcla 2 se mantuvo superior a los datos obtenidos demostrando así una contaminación superior a los datos de la AdBlue comercial, por último en la mezcla 3 se evidenció que hubo una reducción significativa en comparación del AdBlue comercial, confirmando así el aporte que conlleva al utilizar la mezcla de urea al 40%, a comparación del porcentaje establecido que es de 32.5%, es importante detallar que durante las tres mediciones el aumento o disminución variaron en decimales, lo cual se determinó que es una confirmación elevada para su validación.

La Figura 15, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de CO2 con cada una de las mezclas de urea utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 7, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en cada una de las mezclas 25%, 32.5% y 40%.



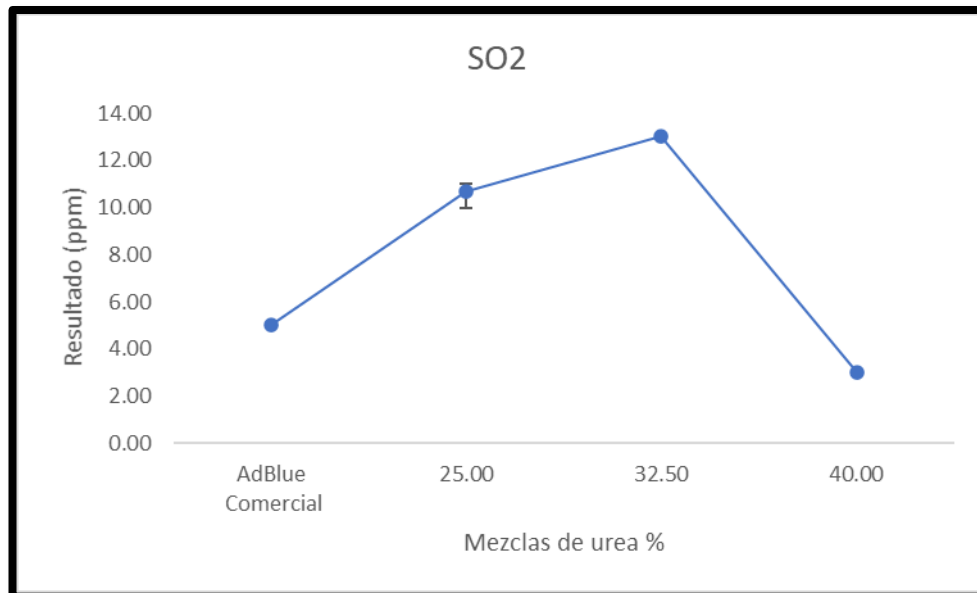
**Figura 15.** Resultados de las mezclas de urea en el parámetro CO2

La Figura 16, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de CO con cada una de las mezclas utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 7, donde evidenció que no hubo un aporte de reducción en cada en las mezclas de 25% y 32.5%, mientras que la mezcla de 40% se mantuvo en 0 de igual manera que al AdBlue comercial.

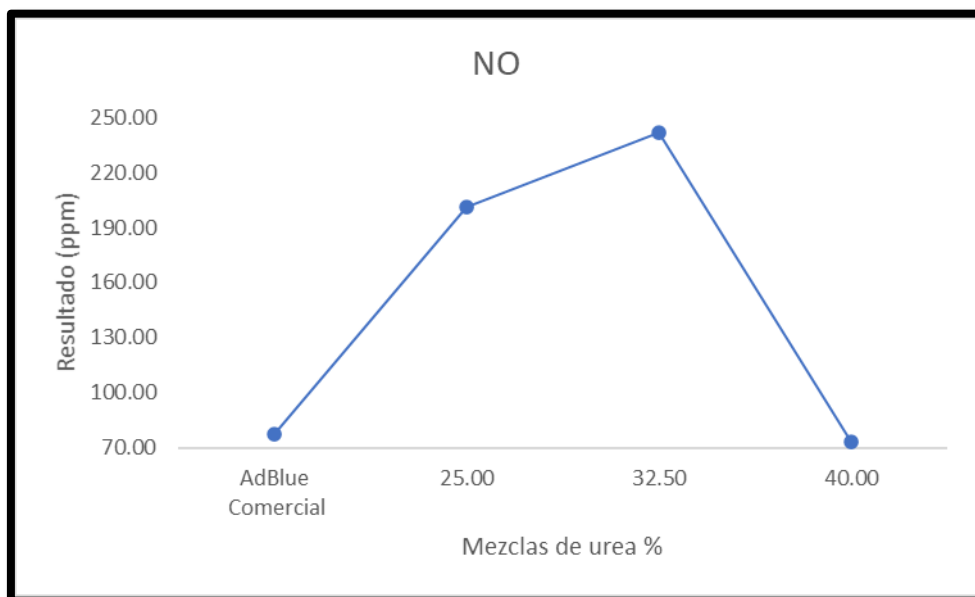


**Figura 16.** Resultados de las mezclas de urea en el parámetro CO

La Figura 17, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de SO<sub>2</sub> con cada una de las mezclas de urea utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 7, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 25% y 32.5%, mientras que la mezcla de 40% presentó una reducción de 2 ppm más que el AdBlue comercial.

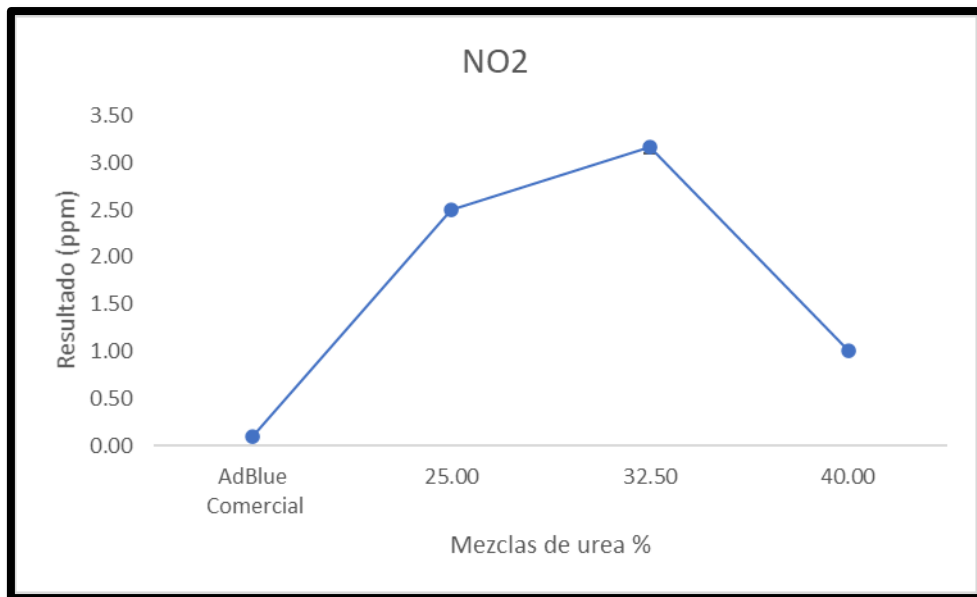


**Figura 17.** Resultados de las mezclas de urea en el parámetro SO<sub>2</sub>



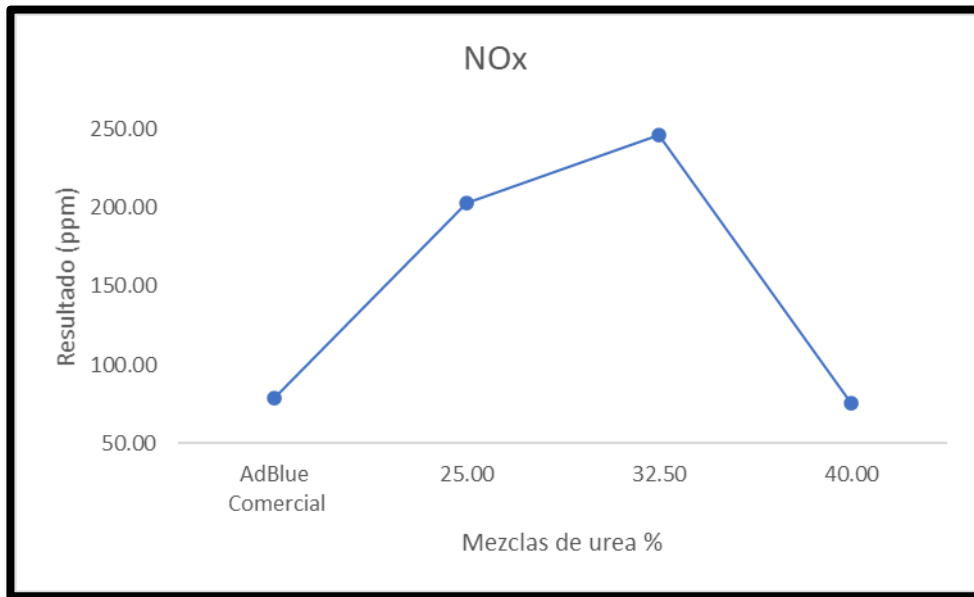
**Figura 18.** Resultados de las mezclas de urea en el parámetro NO

La Figura 18, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de NO con cada una de las mezclas de urea utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 7, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 25% y 32.5%, mientras que la mezcla de 40% presentó una reducción de 4 ppm más que el AdBlue comercial.



**Figura 19.** Resultado de las mezclas de urea en el parámetro NO2

La Figura 19, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de NO2 con cada una de las mezclas de urea utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 7, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 25%, 32.5% y 40%.



**Figura 20.** Resultado de las mezclas de urea en el parámetro NOx

La Figura 20, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de NOx con cada una de las mezclas utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 7, donde evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 25% y 32.5%, mientras que la mezcla de 40% presentó una reducción de 4 ppm más que el AdBlue comercial.

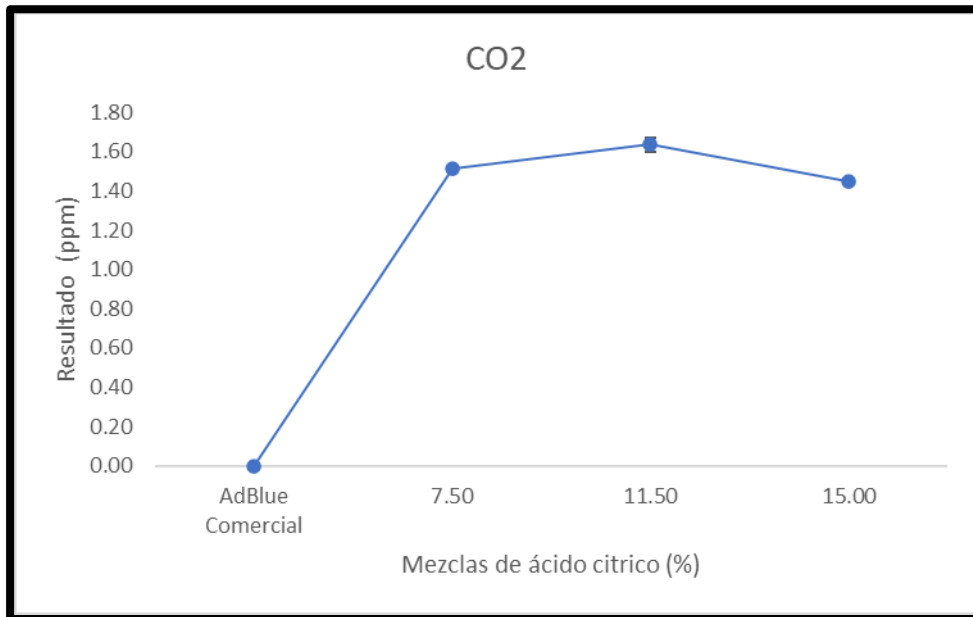
Así mismo para poder contrastar la información obtenida en el pre-test se realizó la prueba de la mezcla de ácido cítrico para poder evidenciar si existe algún cambio dentro de los resultados, así mismo se elaboró los gráficos con los resultados obtenidos demostrando la línea de tendencia y margen de error.

**Tabla 8.** Resultado de la prueba de mezcla de ácido cítrico

	Agua (%)	Urea (%)	Ácido cítrico (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NO (ppm)	NO2 (ppm)	NOx (ppm)
<b>Adblue comercial</b>	67.5	32.5	0	0	0	5	77	0.1	79.0
	67.5	32.5	0	0	0	5	78	0.1	79.2
	67.5	32.5	0	0	0	5	78	0.1	79.3
<b>Mezcla 1</b>	60	32.5	7.5	1.5	2	10	201	2.8	208.7
	60	32.5	7.5	1.52	2	10	201	2.8	208.7
	60	32.5	7.5	1.52	2	10	204	2.9	208.8
<b>Mezcla 2</b>	48.5	40	11.5	1.6	3	17	289	2.3	291.7
	48.5	40	11.5	1.64	3	17	289	2.3	291.9
	48.5	40	11.5	1.67	3	17	289	2.3	292
<b>Mezcla 3</b>	60	25	15	1.44	3	9	197	2.6	191.4
	60	25	15	1.45	3	9	193	2.8	191.8
	60	25	15	1.46	3	10	194	2.8	191.9

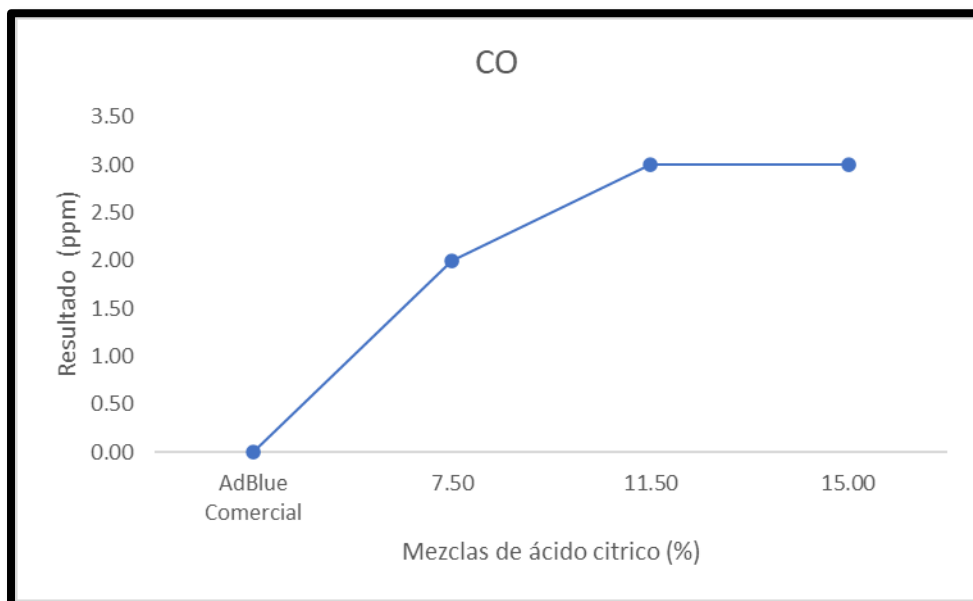
De la misma manera en la Tabla 8 se contrasto los resultados de la mezcla del ácido cítrico haciendo una prueba de 3 respeticiones donde se logro evidenciar que los datos obtenidos en la mezcla 1 fueron similares a comparacion del pre-test, así mismo la variación que se detallo fueron de decimales lo cual hace más veridico los resultados, por otro lado en la mezcla 2 de la misma manera, donde los datos fueron los adecuados y su variación de igual manera en mínima proporción, y por el ultimo en la mezcla 3 se mantuvo igual pero con excepcion en el NO donde si tuvo una disminución variable de 3 ppm reduciendo aun más que el pre-test.

La Figura 21, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de CO2 con cada una de las mezclas de ácido cítrico utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 8, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 7.5%, 11.5% y 15%.



**Figura 21.** Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro CO2

La Figura 22, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de CO con cada una de las mezclas de ácido cítrico utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 8, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 7.5%, 11.5% y 15%.



**Figura 22.** Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro CO

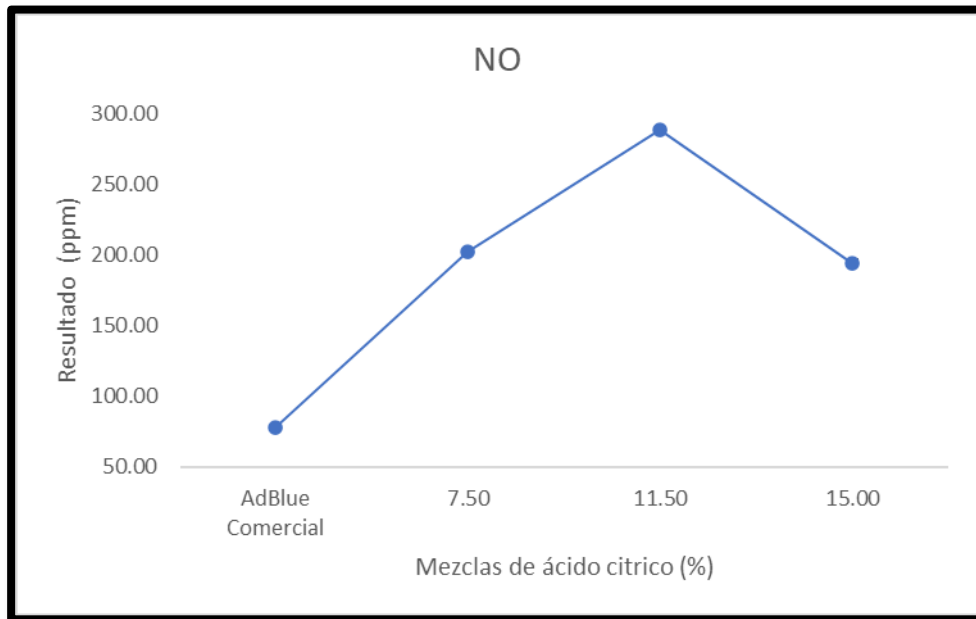


La Figura 23, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de SO<sub>2</sub> con cada una de las mezclas de ácido cítrico utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 8, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 7.5%, 11.5% y 15%.



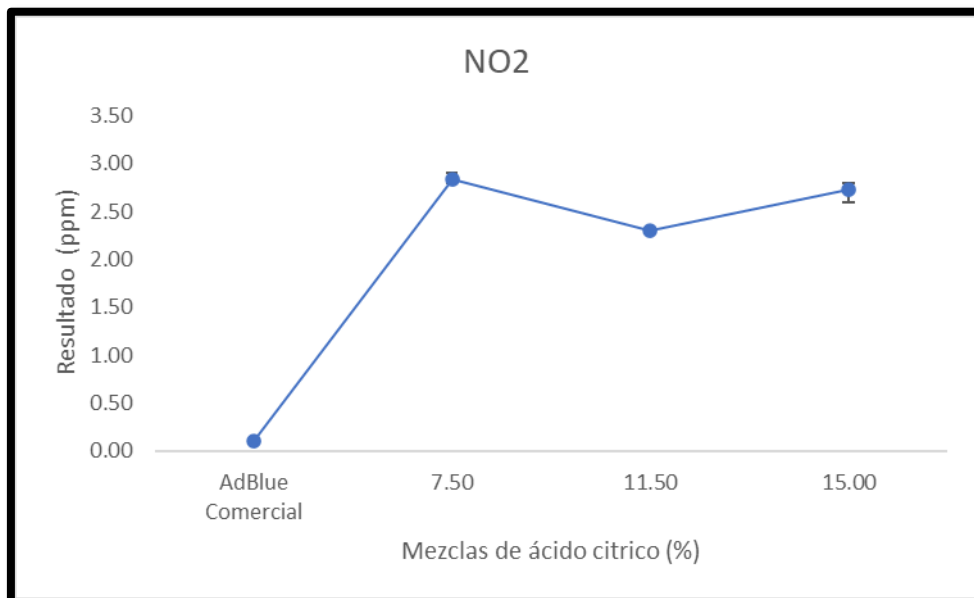
**Figura 23.** Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro SO<sub>2</sub>

La Figura 24, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de NO con cada una de las mezclas de ácido cítrico utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 8, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 7.5%, 11.5% y 15%.



**Figura 24.** Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro NO

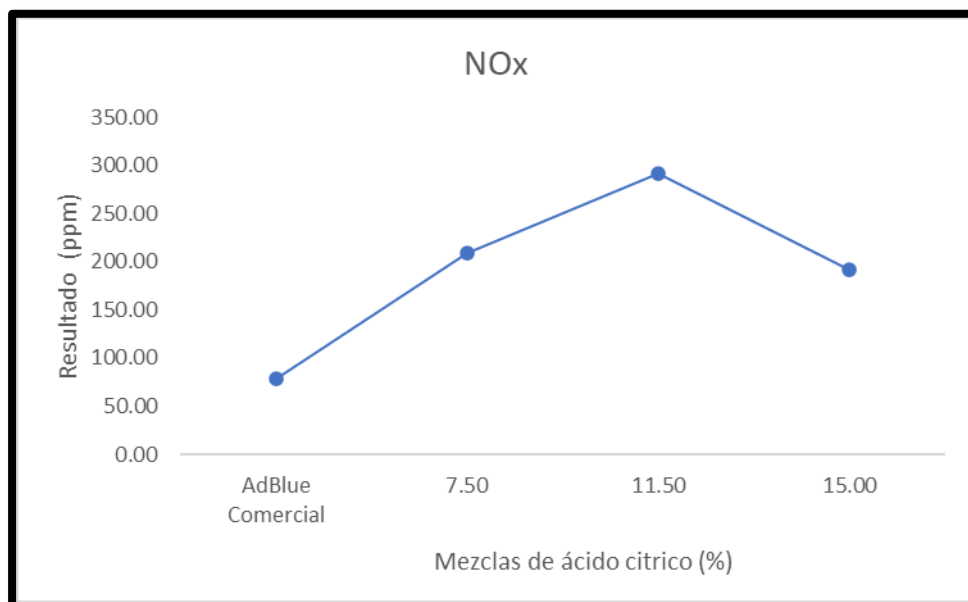
La Figura 25, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de NO<sub>2</sub> con cada una de las mezclas de ácido cítrico utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 8, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 7.5%, 11.5% y 15%.



**Figura 25.** Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro NO<sub>2</sub>

La Figura 26, mostró de acuerdo al promedio del parámetro de NO<sub>x</sub> con

cada una de las mezclas de ácido cítrico utilizadas en las repeticiones correspondiente como se detalla en la Tabla 8, se evidenció que no hubo un aporte de reducción en las mezclas de 7.5%, 11.5% y 15%.



**Figura 26.** Resultado de las mezclas de ácido cítrico en el parámetro NOx

De acuerdo al objetivo específico para determinar las concentraciones óptimas para la reducción de emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea y ácido cítrico se comparan sus resultados de reducción por cada parámetro con el AdBlue comercial para determinar cuál es la mezcla más eficiente o cercana.

**Tabla 9.** Resultados del AdBlue comercial y mezcla 2 de urea (32.5%)

	Agua (%)	Urea (%)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NO (ppm)	NO2 (ppm)	NOx (ppm)
<b>Adblue comercial</b>	67.5	32.5	0	0	5	79	0.2	79.2
	67.5	32.5	1.60	5	13	242	3.1	246.2
<b>Mezcla 2</b>	67.5	32.5	1.61	5	13	242	3.2	246.1
	67.5	32.5	1.62	6	13	242	3.2	246.1

En la Tabla 9, muestra la comparación de la preparación de la mezcla 2

con el AdBlue comercial, donde se detalla que el último este compuesto de 32.5% de urea y que al ser utilizado dentro del sistema produce una mejoría notoria para la reducción de gases, mientras que en la mezcla 2 a pesar de que se trabajó con el mismo porcentaje no hubo una reducción notoria, sino un aumento en cada de uno de los parámetros.

**Tabla 10.** Resultados del AdBlue comercial y mezcla 3 de urea (40%)

	<b>Agua (%)</b>	<b>Urea (%)</b>	<b>CO2 (ppm)</b>	<b>CO (ppm)</b>	<b>SO2 (ppm)</b>	<b>NO (ppm)</b>	<b>NO2 (ppm)</b>	<b>NOx (ppm)</b>
<b>Adblue comercial</b>	67.5	32.5	0	0	5	79	0.2	79.2
<b>Mezcla 3</b>	60	40	1.39	0	3	74	1	75
	60	40	1.39	0	3	73	1	75.2
	60	40	1.39	0	3	73	1	75.2

En la Tabla 10, mostró que la mezcla 3 fue la que tuvo mejores condiciones en los resultados a comparación del Adblue, dentro del cual hubo una reducción de los parámetros de SO2 de 2 ppm, mientras que en el parámetro NO, NOX hubo una disminución de 4 ppm, por otro lado, en el parámetro CO2 y NO2 hubo un incremento de 1 ppm siendo aún muy bajo, pero de todas formas siendo algo notorio, y por último en el CO el parámetro se mantuvo igual en 0 mostrando ninguna variación.

Según el objetivo específico para determinar la eficiencia de reducción de gases mediante la mezcla de urea y ácido cítrico se realizó una tabla comparativa donde se reconoce el porcentaje de cada una de las mezclas de urea con las 3 repeticiones correspondiente. Cabe resaltar que si el porcentaje es positivo se establece que hubo un aumento en la eficiencia, mientras que si el porcentaje es negativo se establece que hubo una reducción en la eficiencia.

**Tabla 11.** Eficiencia de la mezcla de urea

Mezcla	Pruebas	Eficiencia de Reducción por parámetro (%)						
		CO	CO2	SO2	NO	NO2	NOx	
Urea	Mezcla 1 (25% urea)	Repeticiones 1	100	100	120	162	100	156
		Repeticiones 2	100	100	100	158	100	156
		Repeticiones 3	100	100	120	158	100	155
		Promedio	100	100	113	159	100	156
	Mezcla 2 (32.5% urea)	Repeticiones 1	100	100	160	214	100	212
		Repeticiones 2	100	100	160	210	100	211
		Repeticiones 3	100	100	160	210	100	210
		Promedio	100	100	160	211	100	211
	Mezcla 3 (40% urea)	Repeticiones 1	-100	100	-40	-4	100	-5
		Repeticiones 2	-100	100	-40	-6	100	-5
		Repeticiones 3	-100	100	-40	-6	100	-5
		Promedio	-100	100	-40	-5	100	-5

La Tabla 11, muestra que en cada una de las mezclas establecidas tiene un aporte de eficiencia de una manera significativa como se detalla en la mezcla 1 de 25% de urea se observó un aumento de los gases demostrando que no proporciona una reducción como se pretendía, así mismo en la mezcla 2 de 32.5% de urea se infiere que no se mostró resultados positivos para la reducción, mientras que la mezcla 3 de 40% de urea demostró ser la más eficiente evidenciando reducción en los parámetros de NOX, NO, CO Y SO2 definiendo de esta manera su aporte y siendo la más positiva a comparación de las demás.

**Tabla 12.** Eficiencia de la mezcla de ácido cítrico

Mezcla	Pruebas	Eficiencia de Reducción por parámetro (%)						
		CO	CO2	SO2	NO	NO2	NOx	
Ácido Cítrico	Mezcla 1 (7.5%)	Repeticiones 1	100	100	100	154	100	164
		Repeticiones 2	100	100	100	154	100	164
		Repeticiones 3	100	100	100	162	100	163
		Promedio	100	100	100	157	100	164
	Mezcla 2 (11.5%)	Repeticiones 1	100	100	240	266	100	268
		Repeticiones 2	100	100	240	266	100	269
		Repeticiones 3	100	100	240	271	100	268
		Promedio	100	100	240	268	100	268
	Mezcla 3 (15%)	Repeticiones 1	100	100	80	149	100	142
		Repeticiones 2	100	100	80	144	100	142
		Repeticiones 3	100	100	100	149	100	142
		Promedio	100	100	87	147	100	142

La Tabla 12, donde al realizar las tres repeticiones de mezcla de ácido cítrico no se obtuvo una reducción adecuada, se demostró así mismo que fue todo lo contrario, evidenciando así que al utilizar la mezcla de ácido cítrico no tuvo un aporte siendo este un componente a mejorar y detallar que parámetros podrían ser más eficiente, es importante evaluar también la parte del sistema y si existe alguna alteración al mezclarse con la urea.

A fin de poder contrastar los datos obtenidos de las características de urea, agua destilada y ácido cítrico se realiza la prueba estadística donde permite evaluar la reducción de emisiones de gases de motores diésel. Así mismo se detalla la prueba de normalidad con las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05.

**Tabla 13.** Prueba de normalidad de las características de urea, agua destilada y ácido cítrico

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>			<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>Peso</b>	.178	3	.	.999	3	.951
<b>pH</b>	.244	3	.	.972	3	.676
<b>Densidad</b>	.176	3	.	1.000	3	.984
<b>Temperatura</b>	.357	3	.	.815	3	.150

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 13 por la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se establece las siguientes interpretaciones de sus hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la característica de peso, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.951 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la característica de pH, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.676 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la característica de densidad, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.150 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la característica de temperatura, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.984 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.

Para esta prueba de normalidad se demuestra que todos los datos obtenidos aceptan la hipótesis nula debido a que el Sig. bilateral es mayor a 0.05 demostrando que, si presentan una distribución normal, por consiguiente, se lleva la prueba de ANOVA para contrastar las medias correspondientes, así mismo se redacta las siguientes hipótesis:

**H0:** Las medias de los grupos son iguales cuando el Sig. Bilateral es mayor a 0.05.

**Ha:** Al menos unas de las medias son distintas cuando el Sig. Bilateral es menor a 0.05.

**Tabla 14.** Prueba de Anova de las características de la urea, ácido cítrico y agua destilada

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Entre grupos	278427800.000	2	139213900.000	.	.
	Dentro de grupos	.000	0	.		
	Total	278427800.000	2			
pH	Entre grupos	25.361	2	12.681	.	.
	Dentro de grupos	.000	0	.		
	Total	25.361	2			
Densidad	Entre grupos	.224	2	.112	.	.
	Dentro de grupos	.000	0	.		
	Total	.224	2			
Temperatura	Entre grupos	3.247	2	1.623	.	.
	Dentro de grupos	.000	0	.		
	Total	3.247	2			

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 14 por la prueba de Anova se acepta en ambos casos la hipótesis alterna porque al menos unas de las medias son distintas según lo establecido por el Sig. Bilateral de las características que es 0.

Con la finalidad de dar una respuesta a las diferentes concentraciones de urea, agua y ácido cítrico, si reducen las emisiones de gases de motores diésel, se llevó a cabo el análisis inferencial donde se realizó unas pruebas estadísticas de normalidad donde se especificó sus respectivas hipótesis tanto nula como alterna y así mismo si existe una correlación positiva o negativa en cada una de las mezclas y así determinar la reducción de gases en motores a diésel.



En el pre-test de la mezcla de urea se realizó la prueba de normalidad con los resultados de reducción de los parámetros que se detalla en la Tabla 15, para ello se establece las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos **si** provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos **no** provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05.

**Tabla 15.** Prueba de normalidad del pre-test de mezcla de urea

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
<b>UREA</b>	.250	4	.	.945	4	.683
<b>CO2</b>	.394	4	.	.756	4	.044
<b>CO</b>	.333	4	.	.763	4	.051
<b>SO2</b>	.258	4	.	.917	4	.519
<b>NO</b>	.293	4	.	.846	4	.212
<b>NO2</b>	.218	4	.	.959	4	.772
<b>NOx</b>	.295	4	.	.842	4	.202

Para un adecuado análisis de datos se realiza previamente una prueba de normalidad en la aplicación de SPSS, donde se corrobora si los datos obtenidos son normales o no, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 15 se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de urea, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.683 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de CO2, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.044 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de CO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.051 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de SO2, obtenido de la prueba de Shapiro-

Wilk fue de 0.258 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.

- El Sig. Bilateral de la muestra de NO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.293 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO<sub>2</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.218 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO<sub>x</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.202 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.

De acuerdo a lo demostrado, se infiere que todos los datos obtenidos presentan una distribución normal, el único parámetro que no cumple con distribución normal es el CO<sub>2</sub> siendo menor el Sig. Bilateral a 0.05. Así mismo continuando con el análisis se realiza la prueba de t de Student donde se evaluará el pre-test de las mezclas de urea para poder analizarlo de una manera más detallada.

**Tabla 16.** Prueba t de Student para las muestras del pre-test de las mezclas de urea

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>								
<b>Diferencias emparejadas</b>								
	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Media de error estándar</b>	<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>		<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilatera l)</b>
				<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>			
<b>Adblue comercial – Mezcla 1 (25%)</b>	- 42,3283 3	61,84971	25,25004	-107,23562	22,57895	-1,676	5	,155
<b>Adblue comercial – Mezcla 2 (32.5%)</b>	- 58,2350 0	83,09118	33,92183	-145,43385	28,96385	-1,717	5	,147
<b>Adblue comercial – Mezcla 3 (40%)</b>	1,26500	2,66033	1,08607	-1,52684	4,05684	1,165	5	,297

En la Tabla 16 se muestra el aumento en los resultados de la mezcla 1 siendo 0.155 y mezcla 2 siendo 0.147 el Sig. bilateral demostrando ser mayor a 0.05 determinando así que la aplicación de estas mezclas originó el aumento de los gases de motores diésel; sin embargo, la mezcla 3 presentó un Sig. bilateral 0.297 siendo mayor a 0.05 demostrando que hay una reducción de los gases emitidos por motores a diésel.

Para un adecuado análisis de datos en la Tabla 17 se realizó previamente una prueba de normalidad del pre-test de la mezcla de ácido cítrico en la aplicación de SPSS, donde se corrobora si los datos obtenidos son normales o no, para ello se plantea las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05.

**Tabla 17.** Prueba de normalidad del pre-test de la mezcla de ácido cítrico.

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>			<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>ÁCIDO CÍTRICO</b>	.188	4	.	.967	4	.825
<b>CO2</b>	.392	4	.	.743	4	.033
<b>CO</b>	.260	4	.	.827	4	.161
<b>SO2</b>	.250	4	.	.963	4	.798
<b>NO</b>	.244	4	.	.966	4	.818
<b>NO2</b>	.360	4	.	.807	4	.115
<b>NOx</b>	.247	4	.	.965	4	.810

Así mismo después del análisis de la tabla de normalidad del pre-test de la mezcla de ácido cítrico se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de ácido cítrico, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.825 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de CO2, obtenido de la prueba de Shapiro-

Wilk fue de 0.033 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

- El Sig. Bilateral de la muestra de CO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.161 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de SO<sub>2</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.798 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.818 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO<sub>2</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.161 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO<sub>x</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.810 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una distribución normal.

De acuerdo a lo demostrado, se infiere que todos los datos obtenidos presentan una distribución normal, el único parámetro que no cumple con distribución normal es el CO<sub>2</sub> siendo menor el Sig. Bilateral a 0.05.

**Tabla 18.** Prueba t de Student para las muestras del pre-test de las mezclas de ácido cítrico

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
	Media	Desviación n estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
<b>Adblue comercial – Mezcla 1 AC (7.5%)</b>	-39,37500	56,42708	23,03626	-98,59159	19,84159	-1,709	5	,148
<b>Adblue comercial – Mezcla 2 AC (11.5)</b>	-44,85500	64,73854	26,42940	-112,79393	23,08393	-1,697	5	,150
<b>Adblue comercial – Mezcla 3 AC (15%)</b>	-74,01333	107,04491	43,70090	-186,35007	38,32341	-1,694	5	,151

En la Tabla 18 se muestra el aumento en los resultados de la mezcla 1 siendo de 0.148, mezcla 2 siendo 0.15 y mezcla 3 siendo 0.151 el Sig. bilateral demostrando ser mayor a 0.05 determinando así que la aplicación de estas mezclas originó un aumento a mayor en los gases emitidos por motores diésel.

Continuando con el análisis de datos se realiza previamente una prueba de normalidad de la mezcla de urea en la aplicación de SPSS, donde se corrobora si los datos obtenidos son normales o no, para ello se plantea las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05.

**Tabla 19.** Prueba normalidad de mezcla de urea.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>UREA</b>	.250	12	.037	.828	12	.020
<b>CO2</b>	.414	12	<.001	.661	12	<.001
<b>CO</b>	.350	12	<.001	.696	12	<.001
<b>SO2</b>	.254	12	.032	.824	12	.018
<b>NO</b>	.318	12	.001	.747	12	.002
<b>NO2</b>	.239	12	.057	.847	12	.034
<b>NOx</b>	.318	12	.001	.749	12	.003

Para un adecuado análisis de datos se realiza previamente una prueba de normalidad en la aplicación de SPSS, donde se corrobora si los datos obtenidos son normales o no, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 19 se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de urea, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.037 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de CO2, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.001 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de CO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.001 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de SO2, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.032 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.001 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO2, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.057 siendo mayor a 0.05 demostrando que **si** presenta una

distribución normal.

- El Sig. Bilateral de la muestra de NOx, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.001 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

De acuerdo a lo demostrado, se infiere que todos los datos obtenidos no presentan una distribución normal, el único parámetro que si cumple con distribución normal es el NO2 siendo mayor el Sig. Bilateral a 0.05, así mismo continuando con el análisis se realiza la prueba t de Student donde se evalúa el Adblue comercial con cada una de las mezclas para poder analizarlo de una manera más detallada.

Así mismo continuando con el análisis se realiza la prueba Wilcoxon donde se evaluó las pruebas de las mezclas de urea para poder analizarlo de una manera más detallada.

**Tabla 20.** Prueba Wilcoxon para muestras (antes y después) de acuerdo a la mezcla de urea

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	Mezcla 1 Urea – Muestra AdBlue comercial	Mezcla 2 Urea– Muestra AdBlue comercial	Mezcla 3 Urea – Muestra AdBlue comercial
Z	-3,728 <sup>b</sup>	-3,727 <sup>b</sup>	-2,221 <sup>c</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,000	,000	,026
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos negativos.			
c. Se basa en rangos positivos.			

En la Tabla 20 se muestra un cambio en el nivel de significancia del antes y después en los resultados de la mezcla 1 y mezcla 2 siendo 0 el Sig. bilateral demostrando ser menor a 0.05 los que indica a la vez con la prueba de rango de signos de Wilcoxon que se basa “b” en rangos negativos demostrando que hay una diferencia de aumento de los gases emitidos por motores a diésel, sin

embargo la mezcla 3 presento un Sig. bilateral 0.026 siendo menor a 0.05 demostrando que hay una mínima reducción de los gases emitidos por motor a diésel en comparación en el antes y después de la aplicación de la mezcla debido a que según el rango “c” determina que hay una reducción positiva.

Para un adecuado análisis de datos se realiza previamente una prueba de normalidad de la mezcla de ácido cítrico en la aplicación de SPSS, donde se corrobora si los datos obtenidos son normales o no, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 21, para ello, las hipótesis planteadas fueron:

**H0:** Los datos provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05.

**Tabla 21.** Prueba de normalidad de la mezcla de ácido cítrico.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>ÁCIDO CITRICO</b>	.197	12	.200*	.853	12	.040
<b>CO2</b>	.411	12	<.001	.644	12	<.001
<b>CO</b>	.283	12	.009	.730	12	.002
<b>SO2</b>	.280	12	.010	.834	12	.023
<b>NO</b>	.261	12	.023	.838	12	.026
<b>NO2</b>	.355	12	<.001	.690	12	<.001
<b>NOx</b>	.243	12	.049	.849	12	.036

Para un adecuado análisis de datos se realiza previamente una prueba de normalidad en la aplicación de SPSS, donde se corrobora si los datos obtenidos son normales o no, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 21 se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de ácido cítrico, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.040 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de CO2, obtenido de la prueba de Shapiro-



Wilk fue de 0.001 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

- El Sig. Bilateral de la muestra de CO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.002 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de SO<sub>2</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.023 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.026 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO<sub>2</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.001 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de NO<sub>x</sub>, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.036 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

Según el análisis de la prueba de normalidad se determinó que el único parámetro que presenta una distribución normal es el ácido cítrico y las demás variables no presentan una distribución normal, así mismo continuando con el análisis se realizó la prueba Wilcoxon donde se evaluó el Adblue comercial con cada una de las mezclas para poder analizarlo de una manera más detallada.

**Tabla 22.** Prueba de Wilcoxon para muestras (antes y después) de acuerdo a la mezcla de ácido cítrico

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>			
	Mezcla 1 AC - Muestra AdBlue comercial	Mezcla 2 AC – Muestra AdBlue comercial	Mezcla 3 AC – Muestra AdBlue comercial
Z	-3,728 <sup>b</sup>	-3,730 <sup>b</sup>	-3,727 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,000	,000	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos negativos.			

En la Tabla 22 se muestra el aumento del antes y después en los resultados de la mezcla 1, mezcla 2 y mezcla 3 siendo 0 Sig. bilateral demostrando ser menor a 0.05 determinando que hubo una diferencia significativa así que la aplicación de estas mezclas originó un aumento a mayor escala de los gases emitidos por motores diésel según los rangos negativos “b”.

Para lograr determinar las concentraciones óptimas de la mezcla de urea se realizó la prueba de normalidad con los resultados de la mezcla 2 que indica la misma dosificación que el AdBlue comercial y la mezcla 3 que fue la más optima, para ello se realiza las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos **si** provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos **no** provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05

**Tabla 23.** Prueba de normalidad de los resultados del AdBlue comercial y la mezcla 2 de urea (32.5%)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Adblue comercial</b>	,388	18	,000	,632	18	,000
<b>Mezcla 2 Urea (32.5%)</b>	,400	18	,000	,627	18	,000

Así mismo después del análisis de la Tabla 23 de normalidad de los resultados del AdBlue comercial y la mezcla 2 de urea se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de Adblue comercial, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 2 de urea, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

Según la Tabla 23 se demuestra que las variables no presentan una distribución normal es por ello que se plantea realizar la prueba de Wilcoxon para hacer validar la hipótesis 3.

**Tabla 24.** Prueba de Wilcoxon para las concentraciones de AdBlue comercial y mezcla 2 de urea (32.5%)

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>		
	Muestra AdBlue	
	comercial - AdBlue	Mezcla 2 Urea – Urea 32.5%
Z	-,328 <sup>b</sup>	-,327 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,743	,744
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

En la Tabla 24 se evidenció que el AdBlue comercial con sus resultados iniciales presentan un Sig. bilateral de 0.743 siendo mayor a 0.05 y demostrando que presenta una alta reducción de los gases emitidos por motores a diésel, mientras que en los resultados de la mezcla 2 (32.5%) presentan un Sig. bilateral de 0.744 siendo mayor a 0.05 demostrando que no presenta una diferencia significativa antes y después entre la mezcla del AdBlue comercial y la mezcla 2 en base a la prueba de rango de Wilcoxon se demuestra que tiene rangos negativos “b”.

Así mismo para lograr determinar las concentraciones óptimas de la mezcla de urea se realizó la prueba de normalidad con los resultados de la mezcla 3 que fue la más óptima y el AdBlue comercial, para ello se realiza las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos **si** provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos **no** provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05

**Tabla 25.** Prueba de normalidad de los resultados del AdBlue comercial y la mezcla 3 de urea (40%)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Adblue comercial</b>	,388	18	,000	,632	18	,000
<b>Mezcla 3 Urea (40%)</b>	,406	18	,000	,626	18	,000

Así mismo después del análisis de la Tabla 25 de normalidad de los resultados del AdBlue comercial y la mezcla 3 de urea se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de Adblue comercial, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 3 de urea, obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

Según la Tabla 25 se demuestra que las variables no presentan una distribución normal es por ello que se plantea realizar la prueba de Wilcoxon para hacer validar la hipótesis 3.

**Tabla 26.** Prueba de Wilcoxon para las concentraciones de AdBlue comercial y mezcla 3 de urea (40%)

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>		
	Muestra AdBlue comercial - AdBlue	Mezcla 3 Urea - U40
Z	-,328 <sup>b</sup>	-2,815 <sup>c</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,743	,005
<u>a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon</u>		
<u>b. Se basa en rangos negativos.</u>		
<u>c. Se basa en rangos positivos.</u>		

Así mismo en la Tabla 26 se evidenció que al AdBlue comercial presento un Sig. bilateral de 0.743 siendo mayor a 0.05 demostrando una reducción de los gases emitidos por motores a diésel, mientras que en la mezcla 3 de urea (40%) se evidenció que el Sig. bilateral es de 0.005 siendo menor a 0.05 demostrando una reducción en algunos de los parámetros de los gases que emiten los motores a diésel, así mismo se basa en rangos positivos “c” de acuerdo al signo de Wilcoxon.

Por otro lado, para determinar la eficiencia de reducción de gases emitidos por motores diésel se evaluó los porcentajes de reducción de cada una de las mezclas para evidenciar el aporte que se obtiene al utilizarlo, primero se realizó una prueba de normalidad, para ello se planteó las siguientes hipótesis:

**H0:** Los datos **si** provienen de una distribución normal si el Sig. es mayor a 0.05.

**Ha:** Los datos **no** provienen de una distribución normal si el Sig. es menor a 0.05

**Tabla 27.** Prueba de normalidad de la eficiencia de los porcentajes de reducción

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Mezcla 1 Urea</b>	,341	18	,000	,702	18	,000
<b>Mezcla 2 Urea</b>	,320	18	,000	,737	18	,000
<b>Mezcla 3 Urea</b>	,232	18	,011	,845	18	,007
<b>Mezcla 1 AC</b>	,420	18	,000	,628	18	,000
<b>Mezcla 2 AC</b>	,333	18	,000	,695	18	,000
<b>Mezcla 3 AC</b>	,366	18	,000	,772	18	,001

Así mismo después del análisis de la Tabla 27 de normalidad de los resultados de la eficiencia se deduce las siguientes hipótesis:

- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 1 de urea (25%), obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 2 de urea (32.5%), obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 3 de urea (40%), obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0.007 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 1 de ácido cítrico (7.5%), obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.
- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 2 de ácido cítrico (11.5%),

obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0 siendo menor a 0.05 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

- El Sig. Bilateral de la muestra de la mezcla 3 de ácido cítrico (15%), obtenido de la prueba de Shapiro-Wilk fue de 0 siendo menor a 0.001 demostrando que **no** presenta una distribución normal.

Según la Tabla 27 se demuestra que las variables no presentan una distribución normal es por ello que se plantea realizar la prueba de Wilcoxon para hacer validar la hipótesis 4.

**Tabla 28.** Prueba de Wilcoxon para la eficiencia de reducción de gases mediante la mezcla de urea y ácido cítrico

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>							
	AdBlue comercial - AdBlue	Mezcla 1 Urea - Urea 25%	Mezcla 2 Urea - Urea 32.5%	Mezcla 3 Urea - Urea 40%	Mezcla 1 Ácido Cítrico - Ácido Cítrico 7.5%	Mezcla 2 Ácido Cítrico - Ácido Cítrico 11.5%	Mezcla 3 Ácido Cítrico - Ácido Cítrico 15%
Z	-4,243 <sup>b</sup>	-3,800 <sup>c</sup>	-3,781 <sup>c</sup>	-1,248 <sup>b</sup>	-3,858 <sup>c</sup>	-3,780 <sup>c</sup>	-3,801 <sup>c</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,000	,000	,000	,212	,000	,000	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon							
b. Se basa en rangos positivos.							
c. Se basa en rangos negativos.							

De acuerdo a la Tabla 28 se demuestra que en las mezclas de urea de 25% y 32.5% presentan un Sig. bilateral de 0 siendo menor 0.05 basándose en rangos positivos “b” según Wilcoxon demostrando así que no presentan una reducción de los gases emitidos por motores diésel, mientras que la mezcla de 40% tiene un Sig. bilateral 0.212 siendo mayor a 0.05 basándose en rangos negativos “c” según Wilcoxon demostrando que presenta una alta reducción en comparación a las mezclas de ácido cítrico de 7.5%, 11.5% y 15% que tuvieron un Sig. bilateral de 0 siendo este menor a 0.05 basándose en rangos negativos “c” según Wilcoxon dando a conocer que no presenta reducción de gases. Por otro lado, se puede confirmar que la eficiencia de reducción de gases de motores diésel en las mezclas de urea de 40% si presento una reducción del 90%.



#### IV. DISCUSIÓN

La mezcla de urea (40%) reduce significativamente los gases de CO en un 100% demostrando así que según el autor Kozan et al. (2022) utilizó urea al 5% detallando así que generó una reducción del 12% en CO afirmando así que la mezcla de urea permite una adecuada reducción. Sin embargo, la aplicación de ácido cítrico en diferentes proporciones 7.5%, 11.5% y 15% no demostró una reducción significativa en ninguno de los gases a comparación del autor Kozan donde detallo que al usar al 5 % hubo una reducción de 233% en las emisiones de CO. cabe resaltar que la mezcla de urea de 40% demostró reducir otros gases como SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub> entre un 35% en comparación a otras mezclas, por otro lado, Chandrashekar et al. (2022) determinó que las emisiones están basadas a la velocidad que son propuestos en cada estudio demostrando que hubo un incremento de reducción considerable en los gases de CO<sub>2</sub> en 1.69%, cuando utilizó la mezcla el AdBlue a una velocidad mayor, dentro del tanque del vehículo a diésel, pero en diferentes parámetros aumentaron considerablemente, mientras que Hossain et al. determinó que el sistema de postratamiento al utilizar agua redujo los gases de CO y NO en un -9% y un 7%, mientras que al utilizar urea y agua los gases de CO y NO redujeron en un 45% y un 15%

En la investigación se elaboró a partir de las características de la urea, agua destilada y ácido cítrico, que presentaron que su peso es de entorno general siendo este de urea 13.65 Kg, agua destilada 25.97 Litros y de ácido cítrico de 2.38 Kg, por otro lado, se estableció que el pH de la urea es de 8, el agua destilada en 6 y el ácido cítrico presenta 6, mientras que la densidad su de 1.34 g/cm<sup>3</sup> de la urea, de 1 g/cm<sup>3</sup> del agua destilada y 1.67g/cm<sup>3</sup> del ácido cítrico, finalmente en la temperatura se mostró datos de la urea en 20 C°, del agua destilada de 18 °C y del ácido cítrico en 20 C°. De acuerdo a las siguientes investigaciones, Wu et al. (2018), detalló que la densidad de la urea es 1.34 g/ml y demostró que su temperatura estaba en 20 C°, mientras que Yongjin et al. (2022) determinó que el pH oscila entre 9 – 11, y su temperatura se encuentra determinada en 15 C°, estos datos coinciden con los parámetros que se tienen en consideración en la ficha de características de urea, agua destilada y ácido

cítrico, cabe resaltar que solo coinciden con algunos datos obtenidos de urea sin embargo para el ácido cítrico y agua destilada no son menciones en ninguno de los demás autores, por otro lado, Wang et al.(2019), determinó como un punto al aporte de las características que la densidad de la urea es de 1,087 g/ml y detallando sobre la conductividad térmica tiene como punto de temperatura al 25°C.

De acuerdo a las siguientes investigaciones, Masera et al. (2021), detalló que al utilizar agua destilada para la reducción de gases hubo una reducción de 10% en CO y posteriormente un 6% en NO, por otro lado; en esta investigación al implementar el agua con la urea de 40% hubo reducción de 60% en CO y mientras que un 13% en NO demostrando de esta manera una mayor reducción, así mismo Shahariar et al. (2019), diseño el experimento de pulverización de impacto de con respecto al AdBlue que se utiliza en 32.5% de urea con un tiempo de duración de 10 ms dentro del sistema y con una presurización de 5 bar, para lograr determinar que variabilidad podría efectuar con el AdBlue, es por ello que en esta investigación se planteó como mezcla base la urea en diferentes concentraciones de 25%, 32.5% y 40%; así mismo Kozan et al. (2022), determinó que al mezclar el ácido cítrico con el diésel y urea en 5% dentro del tanque de combustible se evidenció una mejora de 233% en las emisiones de CO en comparación del diésel; por lo tanto en esta investigación se planteó como mezcla base al ácido cítrico en las diferentes concentraciones de 7.5%, 11% y 15% para verificar su eficiencia, sin embargo se demostró que CO aumento en 100%.

Según las concentraciones originales del AdBlue comercial compuesta por 32.5% de urea generan una reducción significativa a gran escala de los gases CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>; es por ello que en la siguiente investigación se planteó la misma concentración de urea, sin embargo, los resultados fueron diferentes al original; al elaborar la mezcla de urea a 32.5% se obtuvo como resultado un aumento del 15% en todos los parámetros ya mencionados, a comparación con el AdBlue comercial que presento una reducción favorable; así mismo el autor Kozan et al. (2022), identificó que al

reducir el porcentaje de la mezcla a 5% de urea obtuvo que una reducción del CO<sub>2</sub> en 20%, sin embargo al realizar la mezcla del diésel y el AdBlue hubo un incremento del 38% de CO<sub>2</sub>. La diferencia que presentó el AdBlue comercial con la mezcla elaborada al 32.5% es debido a que se utiliza la urea sólida para su elaboración sin embargo en esta investigación se elaboró la mezcla con la urea usp siendo así la diferencia entre ambos tipos de urea, y por ello que al utilizarlo en el mismo porcentaje no hubo una similitud entre sus resultados de reducción, mientras que Kemal et al. (2021) determinó que al utilizar el agua destilada y urea produce una reducción de 10% en CO y en 6% en NO, lo cual indica que al utilizar un componente más eficiente puede aumentar su mejora al pulverizar la mezcla dentro del sistema AdBlue, por otro lado, Horng et al. (2018) determinó que para la reducción de gases en el CO redujo en 4-10%, mientras que el CO<sub>2</sub> producido una reducción de 12.68%.

La mezcla más eficiente para la reducción de gases que presentó mejores resultados fue la mezcla de urea al 40% donde redujo hasta obtener 0% de CO, por lo contrario, en el CO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> aumento en un 100% en comparación al AdBlue comercial, en el SO<sub>2</sub> redujo en un 40% y en NO y NO<sub>x</sub> redujo en 5%, además, en comparación a lo realizado por Kozan et al. (2022), que al usar urea al 5% obtuvo una reducción de CO<sub>2</sub> en 20%, a la vez detalló que al usar el ácido cítrico en la mezcla proporcionó una mejora del 233% en las emisiones de CO, sin embargo; al complementar el ácido cítrico en la mezcla en las diferentes proporciones 7.5%, 11.5% y 15% aumentaron las emisiones en un 100% en comparación al AdBlue comercial, así mismo Marko et al. determinó que al usar la AdBlue hubo una reducción en los gases de NO<sub>x</sub> en un 25%, siendo así indispensable para la comparación con las otras mezclas que se utilizó para la investigación, mientras que Seongin et al. (2022), mencionó que la eficiencia de conversión del NO<sub>x</sub> es alta y que proporciona una reducción de 75% de acuerdo a la combustión que pueda emitir el motor a diésel.

## V. CONCLUSIONES

Se demuestra en la siguiente investigación que la urea al 40% reduce el 100% de CO, mientras, que en el SO<sub>2</sub> redujo en un 40% y en NO y NO<sub>x</sub> redujo en 5%, sin embargo; CO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> no presentó un aporte favorable. Siendo esta la mezcla más óptima en comparación a las demás.

En las características obtenidas de la urea, agua destilada y ácido cítrico se obtuvo que el pH fue de 8, 6 y 6 respectivamente mientras que su densidad expresa en g/cm<sup>3</sup> fue de 1.34, 1 y 1.67, así mismo la temperatura que se presentó fue de 20 C° para la urea, 18 C° para el agua destilada y 20 C° para el ácido cítrico, siendo así datos importantes para tener en cuenta al momento de elaborar las mezclas.

En el estudio se implementó los diferentes porcentajes de urea en mención 32.5%, 25% y 40%; del cual se hicieron 3 repeticiones por mezcla; mientras en las mezclas de ácido cítrico se estableció 7.5%, 11.5% y 15%; para verificar cuáles son sus reacciones ante los parámetros CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>; siendo estas las mezclas empleadas para la siguiente investigación.

Para la reducción de los gases emitidos por motores a diésel, la mezcla 3 de urea fue la más óptima, ya que estuvo compuesta por 40% de urea y 60% de agua destilada obteniendo una reducción completa, en comparación al AdBlue la mezcla 3 redujo al CO hasta 0 ppm, así mismo al SO<sub>2</sub> reduciendo en 2 ppm, el NO en 5 ppm y el NO<sub>x</sub> en 4ppm, es por ello que al determinarlo se ve el gran aporte que puede ofrecer al utilizarlo en el sistema de reducción catalítica selectiva.

La mezcla más eficiente fue la de urea al (40%) reduciendo así el 100% en CO, 40% en SO<sub>2</sub>, 55 en NO y NO<sub>x</sub> en comparación a las mezclas de 32.5% y 25% de urea que originaron un aumento de los gases de motores diésel. De igual manera la mezcla de ácido cítrico originó que los gases tuvieran un aumento hasta un 147% demostrando que no tiene la capacidad reductora.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se debe buscar más información de las características de los componentes utilizados para la mezcla antes de realizarlos para así poder tener un alcance óptimo de su comportamiento y permita evidenciar alguna mejora.

Evaluar una mayor cantidad de mezcla que permita determinar el máximo nivel de reducción de los gases emitidos por motores a diésel a partir del 40% de urea.

Se debe evaluar la utilización de la urea USP para la investigación a comparación de la urea de grado industrial, dentro del cual permite determinar su eficiencia para la utilización dentro del sistema de reducción catalítica selectiva.

Es preferible que en el proceso de la mezcla del ácido cítrico se realice a un porcentaje superior al 15%, puesto que no se obtuvieron resultados positivos de reducción por ser proporciones pequeñas.

## REFERENCIAS

- RAHERISON, C. Contaminación atmosférica y medioambiental y patología respiratoria. ScienceDirect: [en línea]. Vol. 24, agosto 2020. [Fecha de consulta: 24 de septiembre]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(20\)44024-3](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(20)44024-3).  
ISSN 1636-5410
- C. CHANDRASHEKAR, PRITHA, C. Y DIGVIJAY, S. Estimation of CO<sub>2</sub> and CO emissions from auto-rickshaws in Indian heterogeneous traffic. ScienceDirect: [en línea]. Vol. 104, Febrero 2022. [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103202>  
ISSN 1361-9209
- MARTINEZ, C.; IGNASI, G Y ZORAN, S. Between air pollution and asthma exacerbations in Badalona, Barcelona (Spain), 2008-2016. ScienceDirect: [en línea]. Agosto 2018 [Fecha de consulta: 24 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2018.06.027>  
ISSN 0025-7753
- VELMURUGAN, A.; RAJAGANAPATHY, C. Y MURUGAPOOPATRI, S. enhancing performance, reducing emissions, and optimizing combustion in compression ignition engines through hydrogen, nitrogen, and EGR addition: An experimental study. ScienceDirect: [en línea], septiembre 2023 [Fecha de consulta: 08 de octubre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.09.115>  
ISSN 0360-3199
- YANHUA, H.; ZHONG, W.; RUINA, L Y DEQING, M. Experimental study on morphology, nanostructure and oxidation reactivity of particles in diesel engine with exhaust gas recirculation (EGR) burned with different alternative fuels. ScienceDirect: [en línea]. Agosto 2022. [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125249>  
ISSN 0360-5442
- SHUEFENG, W.; YIFAN, Z.; ZHE, W. Y TIANYUE, Z. Comparación de diluciones de aire y EGR con diferentes fracciones de agua en la combustión de mezclas de hidrógeno y aire. ScienceDirect: [en línea]. mayo 2022. [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124686>  
ISSN 0016-2361

SONG, C.; CHIARA, S.; SCOTT, S. Y SCOTT, W. Chiara. Desentrañando el papel de las olefinas de EGR en condiciones de combustión avanzadas en presencia de óxido nítrico: etileno, propeno e isobuteno. ScienceDirect: [en línea]. Febrero 2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2022.112344>  
ISSN 0010-2180

RESETAR, M.; GORAN, P.; PETAR, I. Y DARKO, K. Aumento de óxidos de nitrógeno por manipulación de la válvula de recirculación de gases de escape. ScienceDirect: [en línea]. Vol. 104, Febrero 2022. [Fecha de consulta: 22 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103391>  
ISSN 1361-9209

SEONGIN, J. Y SUHAN, P. Características de las emisiones de escape de la combustión estequiométrica aplicables al filtro de partículas diésel (DPF) y al convertidor catalítico de tres vías (TWC). ScienceDirect: [en línea]. agosto 2022. [Fecha de consulta: 09 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124196>  
ISSN 0360-5442

YONGJIN, J.; YOUNGDUG, P.; YOUNGMIN, W. Y CHONGPYO, C. Nitroso en sistemas de postratamiento de diésel, incluidos DOC, DPF y urea-SCR. ScienceDirect: [en línea]. Diciembre 2021. [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122453>  
ISSN 0016-2361

XU, H.; WANG, N.; LUO, Z.; Y CHEN, J. Estudio experimental del postratamiento de reducción catalítica selectiva de las emisiones de escape de un motor diésel. ScienceDirect: [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.10.067>  
ISSN 1359-4311

KESKIN, A.; ABDULKADIR, Y.; OSMAN, C. Y HIMMET, O. Influencia del catalizador SCR basado en metales de transición en las emisiones de NO<sub>x</sub> de un motor diésel a bajas temperaturas de los gases de escape. ScienceDirect: [en línea]. 2020 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117785>  
ISSN 0016-2361

MENDOZA, P.; DEMUYNCK, J.; BOSTEELS, D. Y WILKES, T. Camión pesado preparado para el futuro que logra emisiones contaminantes ultrabajas

con un sistema de control de emisiones de acoplamiento cerrado que incluye gestión térmica activa. ScienceDirect: [en línea]. 2022 [Fecha de consulta: 24 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.treng.2022.100125>  
ISSN 2666-691X

NISHAD, K.; RIES, F. Y JANICKA, J. Analysis of spray dynamics of urea-water solution jets in a SCR-DeNOx system. ScienceDirect: [en línea]. 2018 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.123>  
ISSN 0142-727X

MASERA, K. Y HOSSAIN, A. Modified selective non-catalytic reduction system to reduce NOx gas emission in biodiesel powered engines. ScienceDirect: [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 26 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120826>  
ISSN 0016-2361

HORNG-WEN, W. Y KE-WEI, L. Thermodynamic analysis of hydrogen-rich syngas production with a mixture of aqueous urea and biodiesel. ScienceDirect: [en línea]. 2018 [Fecha de consulta: 29 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.02.126>  
ISSN 0360-3199

PAYRI, R.; BRACHO, G. Y MORENO, A. Uso de mediciones de flujo de impulso para determinar la tasa de inyección de un inyector comercial de solución de agua de urea. ScienceDirect: [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2021.101999>  
ISSN 0955-5986

WEI, L.; ZHANG, H.; SUN, C. Y YAN, F. Simultaneous estimation of ammonia injection rate and state of diesel urea-SCR system based on high gain observer. ScienceDirect: [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 24 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2021.08.002>  
ISSN 0019-0578

SHAHARIAR, M.; JO, H. Y LIM, O. Analysis of the spray wall impingement of urea-water solution for automotive SCR De-NOx systems ScienceDirect: [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.448>  
ISSN 1876-6102



CHENG, Y.; HE, L.; WANG, P.; ZHAO, J.; ZHANG, K. Y ZHANG, S. Evaluating on-board sensing-based nitrogen oxides (NOX) emissions from a heavy-duty diesel truck in China. ScienceDirect: [en línea]. 2019 [Fecha de consulta:24 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.116908>  
ISSN 1352-2310

KOZINA, A.; RADICA, G. Y NIZETIC, S. Análisis de métodos para la reducción de contaminantes nocivos de los motores diésel. ScienceDirect [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 08 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121105>  
ISSN 0959-6526

ADITYA, M.; HYUN, J. Y LIM, O. Un estudio del tiempo de inyección de urea para predecir la conversión de NOx en sistemas SCR, ScienceDirect: [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 09 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.449>  
ISSN 1876-6102

LIEBER, C.; KOCH, R. Y BAUER, H. Spray evaporation of urea–water solution: Experiments and modelling. ScienceDirect: [en línea]. 2020 [Fecha de consulta: 09 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2020.110108>  
ISSN 0894-1777

HENDRA, R.; MOON, S.; KIM, H. Y OGUMA, M. Application of electrostatic force for the atomization improvement of urea-water sprays in diesel SCR systems. ScienceDirect: [en línea]. 2020 [Fecha de consulta: 08 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116571>  
ISSN 0016-2361

KULKARNI, A.; MEGARITIS, T. Y GANIPPA, L. Impact dynamics and morphology of urea-water-solution droplets impinging on a hot plate under urea-SCR relevant conditions: Influence of surface tension. ScienceDirect: [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120671>  
ISSN 0016-2361

CHOI, B. Y WOO, S. Análisis numérico de la tubería de calefacción óptima para fundir una solución de urea-agua congelada de un sistema diésel de urea-SCR. ScienceDirect: [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 24 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.05.055>

ZHAO, Q.; YANG, Q; XU, H. Y JIAO, A. Experimental study on pollutant emission characteristics of diesel urea-based selective catalytic reduction system based on corrugated substrate. ScienceDirect: [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 25 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126475>  
ISSN 0360-5442

KUMAR, S.; ALPHIN, M.; MANIGANDAN, S.; VIGNESH, S. Y VIGNESHWARAN, S. Estudio experimental del postratamiento de reducción catalítica selectiva de las emisiones de escape de un motor diésel. ScienceDirect: [en línea]. 2022 [Fecha de consulta: 25 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.10.084>  
ISSN 0016-2361

WEI, L.; YAN, F.; HU, J.; XI, G. Y LIU, B. Nox conversion efficiency optimization based on NSGA-II and state-feedback nonlinear model predictive control of selective catalytic reduction system in diesel engine. ScienceDirect: [en línea]. 2017 [Fecha de consulta: 21 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.08.223>  
ISSN 0306-2619

DEMIR, U.; KOZAN, A. Y OZER, S. Investigación experimental del efecto de la adición de urea al combustible sobre el rendimiento del motor y las emisiones en motores diésel. ScienceDirect: [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 25 de septiembre]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122578>  
ISSN 0016-2361


## ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla de operacionalización de variables

Variables		Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala de medición
Independiente	Urea, agua y ácido cítrico	La Urea Automotriz es un fluido acuoso de urea conformado por una solución clara de nitrógeno al 32.5% de urea de alta pureza y agua desmineralizada/desionizada para poder contrarrestar las emisiones en la salida de escape del vehículo. (Mendoza, Juan Fernando, 2023)	Se determinará las características de la urea, agua destilada y ácido cítrico. Así mismo se evaluará las mezclas de la urea, agua pura y ácido cítrico.	Características de la urea, agua destilada y ácido cítrico.	Peso		kg
					pH		Unidad de pH
					Densidad		kg/m <sup>3</sup>
					Temperatura		°C
				Mezcla de la urea y agua	Mezcla 1	25% urea y 75% agua destilada	
					Mezcla 2	32.5% urea y 67.5% agua destilada	
					Mezcla 3	40% urea y 60% agua destilada	
				Mezcla de urea, agua y ácido cítrico.	Mezcla 1	32.5% urea, 7.5 % ácido cítrico y 60% agua destilada	
					Mezcla 2	40% urea, 11.5 % ácido cítrico y 48.5% agua destilada	


						Mezcla 3	25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua destilada
<b>Dependiente</b>	Reducción de gases de motores a diésel	La reducción de gases y en particular del NOx se ha convertido en un objetivo clave para las economías desarrolladas. Con la puesta en marcha en 2005 del Comercio de derechos de emisión, la UE desarrolló el firme compromiso de combatir el cambio climático. (M. Ángeles Fernández, 2014)	La reducción de gases se determinará mediante el análisis de CO, CO2, SO2, NO, NO2, NOx.	Característica de los gases emitidos por motores diésel.	Monóxido de Carbono (CO)	ppm	
					Dióxido de Carbono (CO2)	ppm	
					Dióxido de Azufre (SO2)	ppm	
					Monóxido de Nitrógeno (NO)	ppm	
					Dióxido de Nitrógeno (NO2)	ppm	
					Óxido de Nitrógeno (NOx)	ppm	
				Eficiencia de reducción de los gases	$\frac{Inicial - Final}{Inicial} \times 100$	% (-) Reducción (+) Incremento	

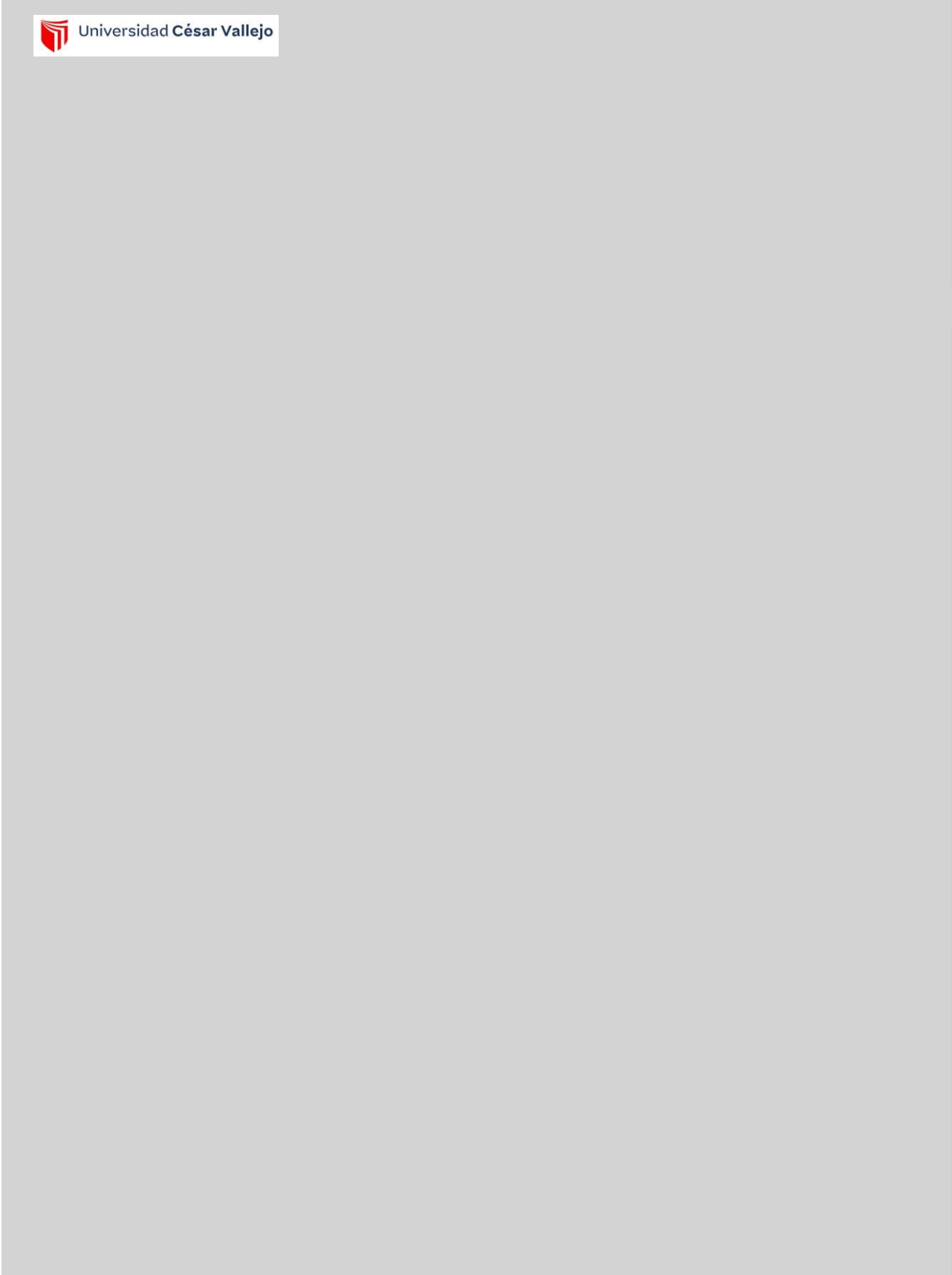
**Anexo 2.** Instrumento de recolección de datos

 <b>Universidad César Vallejo</b>		<b>Ficha 1 : Características de la urea, agua y ácido cítrico</b>		
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.		
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>	
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental		
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>	
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor		
Característica	Peso	pH	Densidad	Temperatura
	g		g/cm3	°C
Urea				
Agua destilada				
Ácido cítrico				

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450  
 RENACYT: P0030155

  
 Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 CIP: 89772

  
 CIP: 131344



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450  
RENACYT: P0030155

U2)  
(NO)



Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez  
CIP: 89772



CIP: 131344

**Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

**Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**



<b>Título de la tesis:</b>	Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.		
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>	
<b>Escuela:</b>	Ingeniería Ambiental		
<b>Autor:</b>	Huamantumba Salcedo, Martín Emilio	<b>Hora:</b>	
<b>Asesor:</b>	Bañón Arias, Jonnatan Víctor		

<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
---------------	--	--	--

Gases	Antes	Despues	Eficiencia
Monóxido de Carbono (CO)			
Dióxido de Carbono (CO2)			
Dióxido de Azufre (SO2)			
Monóxido de Nitrógeno (NO)			
Dióxido de Nitrógeno (NO2)			
Óxido de Nitrógeno (NOx)			

<b>Mezcla</b>	<b>40% urea, 11.5% ácido cítrico y 48.5% agua destilada</b>		
---------------	---	--	--

Gases	Antes	Despues	Eficiencia
Monóxido de Carbono (CO)			
Dióxido de Carbono (CO2)			
Dióxido de Azufre (SO2)			
Monóxido de Nitrógeno (NO)			
Dióxido de Nitrógeno (NO2)			
Óxido de Nitrógeno (NOx)			

<b>Mezcla</b>	<b>25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
---------------	---	--	--

Gases	Antes	Despues	Eficiencia
Monóxido de Carbono (CO)			
Dióxido de Carbono (CO2)			
Dióxido de Azufre (SO2)			
Monóxido de Nitrógeno (NO)			
Dióxido de Nitrógeno (NO2)			
Óxido de Nitrógeno (NOx)			

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450  
RENACYT: P0030155

Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez  
CIP: 89772

CIP: 131344



### Anexo 3. Ficha de validación de instrumentos para la recolección de datos



#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

##### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de característica de la urea, agua y ácido cítrico.  
 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martín Emilio

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

##### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

##### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 23 de noviembre del 2023.

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450  
 RENACYT: P0030155

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de tratamiento con mezcla de urea y agua  
 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martin Emilio

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85 %
------

Lima, 23 de noviembre del 2023.



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450  
 RENACYT: P0030155

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico.  
 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martin Emilio

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

#### III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>85 %</b>
-------------

Lima, 23 de noviembre del 2023.



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450  
 RENACT: P0039155

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de característica de la urea, agua y ácido cítrico.  
 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martín Emilio

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

  
 Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 CIP: 89772

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 23 de noviembre del 2023.

  
 JUAN ANTONIO BARRÓN ARIAS  
 Ingeniero Químico  
 CIP Nº 28425



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de tratamiento con mezcla de urea y agua
- 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martin Emilio

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización logica											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

  
 Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 CIP: 89773

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90%

Lima, 23 de noviembre del 2023.

  
 JONATHAN VICTOR  
 BARÓN ARIAS  
 Ingeniero Químico  
 CIP Nº 28465

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico.  
 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martin Emilio

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

  
 Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 CIP: 89772

#### IV. PROMEDIO DE VALORACION:

90%
-----

Lima, 23 de noviembre del 2023.

  
 JONATHAN ACRÍAS  
 INGENIERO AGRÍCOLA  
 CIP Nº 28463



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- I.1.** Apellidos y Nombres: Dr. Giere Salazar Fiorella Vanessa  
**I.2.** Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
**I.3.** Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
**I.4.** Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de característica de la urea, agua y ácido cítrico.  
**I.5.** Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martin Emilio

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85%
-----

  
 CIP: 131344

Lima, 23 de noviembre del 2023.

  
 DR. GIERE SALAZAR  
 FIORILLA VANESSA  
 CIP 131344



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Göbere Salazar Fiorella Vanessa
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de tratamiento con mezcla de urea y agua
- 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martín Emilio

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 23 de noviembre del 2023.

*Fiorella*  
Cip: 131344

*[Signature]*  
 DIRECTOR GENERAL  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO  
 DE INVESTIGACIONES  
 Y DESARROLLO  
 TECNOLÓGICO  
 CÉSAR VALLEJO





VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Güere Salazar Fiorella Vanessa
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico.
- 1.5. Autores de Instrumento: Huamantumba Salcedo, Martin Emilio

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

*[Handwritten Signature]*  
Cv: 131344


Lima, 23 de noviembre del 2023.

*[Handwritten Signature]*  
AUTENTICACIÓN VICTOR  
SANCHEZ GARCIA  
CIP 100 000000


#### Anexo 4. Resultado de consistencia interna

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
<p>¿Cómo se reduce las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024?</p>	<p>Reducir las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.</p>	<p>La mezcla de urea, agua y ácido cítrico reduce las emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024.</p>
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específica
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo se caracteriza la mezcla de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024?</li> <li>2. ¿Cómo se realiza las pruebas de diferentes concentraciones de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024?</li> <li>3. ¿Cuáles son las concentraciones óptimas para la reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024?</li> <li>4. ¿Cuál es la eficiencia de la reducción de gases de motores a diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterizar la urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024.</li> <li>2. Realizar pruebas a diferentes concentraciones de urea, agua y ácido cítrico para la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024.</li> <li>3. Determinar las concentraciones óptimas para la reducción de emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.</li> <li>4. Determinar la eficiencia de reducción de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las características de la mezcla de urea, agua y ácido cítrico permiten la reducción de emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024.</li> <li>2. Las diferentes concentraciones de urea, agua y ácido cítrico reducen las emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2023.</li> <li>3. Las dosis de concentración de 32.5% urea, reducen las emisiones de gases de motores diésel, Los Olivos 2024.</li> <li>4. La eficiencia de reducción de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico es de un 90%.</li> </ol>


## Anexo 5. Análisis complementario

 <b>Universidad César Vallejo</b>		<b>Ficha 1 : Características de la urea, agua y ácido cítrico</b>		
<b>Título de la tesis:</b>	Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.			
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>		
<b>Escuela:</b>	Ingeniería Ambiental			09/04/2024
<b>Autor:</b>	Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>		
<b>Asesor:</b>	Bañon Arias, Jonnatan Víctor			15:00
Característica	Peso	pH	Densidad	Temperatura
	g		g/cm <sup>3</sup>	°C
Urea	13650	8	1.34	20
Agua destilada	25970	6	1	18
Ácido cítrico	2380	6	1.67	20


## Pre-test de mezcla de urea y agua destilada

 Universidad César Vallejo	<b>Ficha 2 : Tratamiento con mezcla de urea y agua</b>		
<b>Título de la tesis:</b>	Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.		
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>	
<b>Escuela:</b>	Ingeniería Ambiental	12/04/2024	
<b>Autor:</b>	Huamantumba Salcedo, Martín Emilio		<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>	Bañon Arias, Jonnatan Víctor		08:00
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea y 75 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia( %)</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	1	100
Dióxido de Carbono (CO2)	0	1.37	100
Dióxido de Azufre (SO2)	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	200	153
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	0.2	2.5	100
Óxido de Nitrógeno (NOx)	79.2	202.5	156
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea y 67.5 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	5	100
Dióxido de Carbono (CO2)	0	1.61	100
Dióxido de Azufre (SO2)	5	14	180
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	243	208
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	0.2	3.1	100
Óxido de Nitrógeno (NOx)	79.2	246.1	211
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	0	-100
Dióxido de Carbono (CO2)	0	1.41	100
Dióxido de Azufre (SO2)	5	4	-20
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	74	-6
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	0.2	1.2	100
Óxido de Nitrógeno (NOx)	79.2	75.2	-5


## Pre-test de mezcla de urea, agua destilada y ácido cítrico

 Universidad César Vallejo		<b>Ficha 3 : Tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico</b>	
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.	
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental	12/04/2024
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor	08:10
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.45	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	190	141
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.6	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	192.6	143
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea, 11.5% ácido cítrico y 48.5% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.68	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	18	260
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	290	267
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.4	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	292.4	269
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.45	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	190	141
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.6	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	192.6	143


## Prueba de urea y agua destilada (Repetición 1)

 Universidad César Vallejo		<b>Ficha 2 : Tratamiento con mezcla de urea y agua</b>	
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.	
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental	20/05/2024
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor	08:00
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea y 75 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	1.00	100
Dióxido de Carbono (CO2)	0.00	0.01	100
Dióxido de Azufre (SO2)	5	11.00	120
Monóxido de Nitrógeno (NO)	77	202.00	162
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	0	2.50	100
Óxido de Nitrógeno (NOx)	79	202.50	156
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea y 67.5 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	5	100
Dióxido de Carbono (CO2)	0	1.60	100
Dióxido de Azufre (SO2)	5	13	160
Monóxido de Nitrógeno (NO)	77	242	214
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	0	3.1	100
Óxido de Nitrógeno (NOx)	79	246.2	212
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	0	-100
Dióxido de Carbono (CO2)	0.00	1.39	100
Dióxido de Azufre (SO2)	5	3	-40
Monóxido de Nitrógeno (NO)	77	74	-4
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	0.1	1	100
Óxido de Nitrógeno (NOx)	79	75	-5

## Prueba de urea y agua destilada (Repetición 2)


 Universidad César Vallejo	<b>Ficha 2 : Tratamiento con mezcla de urea y agua</b>		
<b>Título de la tesis:</b>	Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.		
<b>Línea de investigación:</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>	
<b>Escuela:</b>	Ingeniería Ambiental	20/05/2024	
<b>Autor:</b>	Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>	
<b>Asesor:</b>	Bañon Arias, Jonnatan Víctor	08:10	
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea y 75 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	1.00	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.38	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	201	158
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	2.5	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	202.5	156
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea y 67.5 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	5	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.61	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	13	160
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	242	210
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	3.2	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	246.1	211
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	0	-100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.39	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	3	-40
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	73	-6
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	1	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	75.2	-5

## Prueba de urea y agua destilada (Repetición 3)


 Universidad César Vallejo		<b>Ficha 2 : Tratamiento con mezcla de urea y agua</b>	
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.	
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental	20/05/2024
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor	08;20
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea y 75 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0.00	1.00	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.38	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	11	120
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	201	158
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	2.5	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.3	202.5	155
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea y 67.5 % agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0.00	6	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.62	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	13	160
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	242	210
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	3.2	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.3	246.1	210
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0.00	0	-100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.39	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5.00	3	-40
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78.00	73	-6
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.10	1	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.30	75.2	-5




## Prueba de urea, agua destilada y ácido cítrico (Repetición 1)

 Universidad César Vallejo		<b>Ficha 3 :</b> Tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico	
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.	
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental	20/05/2024
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor	09:00
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	2	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.50	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	201	154
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.8	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	208.7	164
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea, 11.5% ácido cítrico y 48.5% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.60	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	17	240
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	289	266
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.3	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	291.7	268
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.44	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	9	80
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	197	149
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.6	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	191.4	142

## Prueba de urea, agua destilada y ácido cítrico (Repetición 2)

 Universidad César Vallejo		<b>Ficha 3 : Tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico</b>	
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.	
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental	20/05/2024
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor	09:20
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	2	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.52	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	201.00	154
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.8	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	208.7	164
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea, 11.5% ácido cítrico y 48.5% agua</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.64	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	17	240
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	289	266
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.3	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	291.9	269
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.45	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	9	80
Monóxido de Nitrógeno (NO)	79	193	144
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.2	2.8	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.2	191.8	142

### Prueba de urea, agua destilada y ácido cítrico (Repetición 3)

 Universidad César Vallejo		<b>Ficha 3 : Tratamiento con mezcla de urea, agua y ácido cítrico</b>	
<b>Título de la tesis:</b>		Reducción de las emisiones de gases de motores diésel mediante la mezcla de urea, agua y ácido cítrico, Los Olivos 2024.	
<b>Línea de investigación:</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	<b>Fecha:</b>
<b>Escuela:</b>		Ingeniería Ambiental	20/05/2024
<b>Autor:</b>		Huamantumba Salcedo, Martin Emilio	<b>Hora:</b>
<b>Asesor:</b>		Bañon Arias, Jonnatan Víctor	09:40
<b>Mezcla</b>	<b>32.5% urea, 7.5% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0.00	2	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.52	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	204	162
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	2.9	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.3	208.8	163
<b>Mezcla</b>	<b>40% urea, 11.5% ácido cítrico y 48.5% agua</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0.00	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.67	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	17	240
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	289	271
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	2.3	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.3	292	268
<b>Mezcla</b>	<b>25% urea, 15% ácido cítrico y 60% agua destilada</b>		
<b>Gases</b>	<b>Antes</b>	<b>Despues</b>	<b>Eficiencia</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0.00	3	100
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.00	1.46	100
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	5	10	100
Monóxido de Nitrógeno (NO)	78	194	149
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.1	2.8	100
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	79.3	191.9	142

## Anexo 06. Otras evidencias

### Calibración de equipo TESTO 350



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 052



#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LCA-0099-2023

<b>Expediente</b>	:	00611	Página 1 de 2
<b>Fecha de emisión</b>	:	2023-03-30	
<b>1. Solicitante</b>	:	ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY	
<b>Dirección</b>	:	CAL.HERMANOS CATARI NRO. 581 URB. MARANGA ET. TRES LIMA - LIMA - SAN MIGUEL	
<b>2. Instrumento calibrado:</b>		<b>Caudalímetro (Bomba de electroquímico)</b>	
<b>Marca</b>	:	TESTO	
<b>Modelo</b>	:	350	
<b>N° de serie</b>	:	02248897 / 02235857	
<b>Código</b>	:	ENV-ELQ-002	
<b>Procedencia</b>	:	Alemania	
<b>Alcance</b>	:	1 L/min	
<b>Resolución</b>	:	0,01 L/min	
<b>3. Lugar de calibración</b>	:	Laboratorio de Caudal de ALAB	
<b>4. Fecha de calibración</b>	:	2023-03-24	
<b>5. Método de calibración</b>			
		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).	
<b>6. Trazabilidad</b>			

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTC-004	Calibrador primario de flujo de gas de 0,05 L/min a 5 L/min con Incertidumbre de 0,038 mL/min a 0,47 L/min	CCP-0891-001-22

Randy Santiago Jurado  
Jefe de laboratorio de metrología

SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

www.alab.com.pe

**7. Condiciones de calibración**

	Inicio	Final
Temperatura ambiental :	23,2 °C	23,0 °C
Humedad relativa :	70,3 % H.R.	71,0 % H.R.
Presión atmosférica :	1010,2 mbar	1009,7 mbar

**8. Resultados de la calibración**

Caudal Indicado (L/min)	Caudal de Referencia (L/min)	Error (L/min)	Incertidumbre (L/min)
1,00	0,960	0,040	0,034

El caudal convencionalmente verdadero (CCV) resulta de la relación:

$$CCV = \text{Indicación del instrumento} - \text{error}$$

**9. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO y N° IM-01203.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

**SEDE PRINCIPAL**

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

## Anexo 7. Calibración de Sensores del TESTO 350



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO A2LA CON CERTIFICADO  
#6032.01 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LGA-0063-2023

**Expediente** : 00611

**Fecha de emisión** : 2023-03-30

**1. Solicitante** : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY

**Dirección** : CAL HERMANOS CATARI NRO. 581 URB.  
MARANGA ET. TRES LIMA - LIMA - SAN  
MIGUEL

**2. Instrumento calibrado** : ANALIZADOR DE GAS

**Marca** : Testo

**Modelo** : 350

**N° de serie** : 02248897 / 02235857

**Código** : ENV-ELQ-002

**Alcance** : 0 a 10000 ppm

**Resolución** : 1 ppm

**Procedencia** : Alemania

**Sensor** : CO

**3. Lugar de calibración** : LABORATORIO DE GASES DE ALAB.

**4. Fecha de calibración** : 2023-03-22

**5. Método de calibración**

MVAL-LAB-4: Procedimiento de Calibración de analizador de gases de emisiones. Rev. 00: 2020 ALAB.

Página 1 de 2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto 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.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. 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 previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

#### 6. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTG-004	EPA Protocol Gas Mixture	080420CL-6

Leo M. León Moya  
Responsable de laboratorio

SEDE PRINCIPAL  
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)



**7. Condiciones de calibración**

**7.1 Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura ambiental	23,8 °C	24,1 °C
Humedad relativa	74,5 %	74,6 %
Presión Ambiental	1008 hPa	1008 hPa

**7.2 Condiciones operacionales**

	Inicial	Final
Flujo indicado por el instrumento	1,05 L/min	1,03 L/min

**8. Resultados de la calibración**

Indicación del Analizador	Concentración convencionalmente verdadera	Error	Incertidumbre
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
505	508,0	3,0	7,9
50	50,5	0,5	1,3

1 mg/L = 1 ppm

1 µg/L = 1 ppb

La concentración convencionalmente verdadera (CVC) resulta de la relación:  
 $CCV = \text{Indicación del Analizador} - \text{error}$

**9. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO N° IM-01203.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LGA-0064-2023

Expediente : 00611

Fecha de emisión : 2023-03-30

1. **Solicitante** : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY

**Dirección** : CAL. HERMANOS CATARI NRO. 581 URB. MARANGA ET. TRES LIMA - LIMA - SAN MIGUEL

2. **Instrumento calibrado** : ANALIZADOR DE GAS

Marca : Testo

Modelo : 350

N° de serie : 02248897 / 02235857

Código : ENV-ELQ-002

Alcance : 0 a 5 000 ppm

Resolución : 1 ppm

Procedencia : Alemania

Sensor : SO2

3. **Lugar de calibración** : LABORATORIO DE GASES DE ALAB.

4. **Fecha de calibración** : 2023-03-22

5. **Método de calibración**

MVAL-LAB-4: Procedimiento de Calibración de analizador de gases de emisiones. Rev. 00: 2020 ALAB.

Página 1 de 2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto 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.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. 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 previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

6. **Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTG-002	EPA Protocol Gas Mixture	080420CL-A
PTG-004	EPA Protocol Gas Mixture	080420CL-6



Leo M. León Moya  
Responsable de laboratorio

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)



**7. Condiciones de calibración**

7.1 Condiciones ambientales	Inicial	Final
Temperatura ambiental	23,8 °C	24,1 °C
Humedad relativa	74,5 %	74,6 %
Presión Ambiental	1008 hPa	1008 hPa

7.2 Condiciones operacionales	Inicial	Final
Flujo indicado por el instrumento	1,05 L/min	1,03 L/min

**8. Resultados de la calibración**

Indicación del Analizador mg/L	Concentración convencionalmente verdadera mg/L	Error mg/L	Incertidumbre mg/L
1 004	1 006,0	2,0	10,1
44	45,7	1,7	1,3

1 mg/L = 1 ppm

1 µg/L = 1 ppb

La concentración convencionalmente verdadera (CVC) resulta de la relación:  
CCV = Indicación del Analizador - error

**9. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO y N° IM-01203.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

📍 SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

🌐 [www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LGA-0065-2023

**Expediente** : 00611

**Fecha de emisión** : 2023-03-30

**1. Solicitante** : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY

**Dirección** : CAL.HERMANOS CATARI NRO. 581 URB. MARANGA ET. TRES LIMA - LIMA - SAN MIGUEL

**2. Instrumento calibrado** : **ANALIZADOR DE GAS**

**Marca** : Testo

**Modelo** : 350

**N° de serie** : 02248897 / 02235857

**Código** : ENV-ELQ-002

**Alcance** : 0 a 4 000 ppm

**Resolución** : 1 ppm

**Procedencia** : Alemania

**Sensor** : NO

**3. Lugar de calibración** : LABORATORIO DE GASES DE ALAB.

**4. Fecha de calibración** : 2023-03-22

**5. Método de calibración**

MVAL-LAB-4: Procedimiento de Calibración de analizador de gases de emisiones. Rev. 00: 2020 ALAB.

Página 1 de 2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto 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.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. 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 previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**6. Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTG-002	EPA Protocol Gas Mixture	080420CL-A
PTG-004	EPA Protocol Gas Mixture	080420CL-6



Leo M. León Moya  
**Responsable de laboratorio**

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
 Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**7. Condiciones de calibración**

<b>7.1 Condiciones ambientales</b>	Inicial	Final
Temperatura ambiental	23,8 °C	24,1 °C
Humedad relativa	74,5 %	74,6 %
Presión Ambiental	1008 hPa	1008 hPa

<b>7.2 Condiciones operacionales</b>	Inicial	Final
Flujo indicado por el instrumento	1,05 L/min	1,03 L/min

**8. Resultados de la calibración**

Indicación del Analizador	Concentración convencionalmente verdadera	Error	Incertidumbre
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
988	984,0	-4,0	7,1
46	45,1	-0,9	1,2

1 mg/L = 1 ppm  
1 µg/L = 1 ppb

La concentración convencionalmente verdadera (CVC) resulta de la relación:  
 $CCV = \text{Indicación del Analizador} - \text{error}$

**9. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO y N° IM-01203.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LGA-0067-2023

- Expediente** : 00611
- Fecha de emisión** : 2023-03-30
- 1. Solicitante** : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY
- Dirección** : CAL. HERMANOS CATARI NRO. 581 URB. MARANGA ET. TRES LIMA - LIMA - SAN MIGUEL
- 2. Instrumento calibrado** : ANALIZADOR DE GAS
- Marca** : Testo
- Modelo** : 350
- N° de serie** : 02248897 / 02235857
- Código** : ENV-ELQ-002
- Alcance** : 0 a 500 ppm
- Resolución** : 0,1 ppm
- Procedencia** : Alemania
- Sensor** : NO2
- 3. Lugar de calibración** : LABORATORIO DE GASES DE ALAB.
- 4. Fecha de calibración** : 2023-03-22
- 5. Método de calibración**  
 MVAL-LAB-4: Procedimiento de Calibración de analizador de gases de emisiones. Rev. 00: 2020 ALAB.
- 6. Trazabilidad**

Página 1 de 2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto 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.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB E.I.R.L. 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 previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTG-001	EPA Protocol Gas Mixture	080520CL-16



Leo M. León Moya  
**Responsable de laboratorio**

 **SEDE PRINCIPAL**  
 Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
 Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**7. Condiciones de calibración**

<b>7.1 Condiciones ambientales</b>	Inicial	Final
Temperatura ambiental	23,8 °C	24,1 °C
Humedad relativa	74,5 %	74,6 %
Presión Ambiental	1008 hPa	1008 hPa

<b>7.2 Condiciones operacionales</b>	Inicial	Final
Flujo indicado por el instrumento	1,05 L/min	1,03 L/min

**8. Resultados de la calibración**

Indicación del Analizador	Concentración convencionalmente verdadera	Error	Incertidumbre
ppm	ppm	ppm	ppm
44,3	44,0	-0,3	0,82

La concentración convencionalmente verdadera (CVC) resulta de la relación:  
 $CCV = \text{Indicación del Analizador} - \text{error}$

**9. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO y N° IM-01203.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

**SEDE PRINCIPAL**

Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao  
Telf.: (+01) 717 5802 - Cel.: 977 515 129

[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)