



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Reducción de concentración de gases NOx en vehículos motorizados del distrito Los Olivos aplicando membranas de nanocelulosa de algodón – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Roque Bendezu, Rexon Andy (orcid.org/0000-0003-3901-3960)

Silva Azañero, Karolay Paola (orcid.org/0000-0003-2414-8379)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (orcid.org/0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por ayudarme a tomar las mejores decisiones y mantenerme firme; a mis padres y todos mis familiares quienes me acompañaron y brindaron su apoyo, amor y aliento en todo este proceso; a Kevin, por haberme impulsado a siempre dar lo mejor de mí y nunca rendirme; a mi compañero Andy por su perseverancia y esfuerzo.

Karolay Paola Silva Azañero

A Dios por siempre iluminar mi camino, a mis padres y hermanos con todo mi corazón por brindarme su apoyo y para las personas que estuvieron presentes a lo largo de este camino. Finalmente, a mi compañera Karolay por su compromiso y esfuerzo.

Rexon Andy Roque Bendezu

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios por permitirnos seguir adelante a lo largo de este camino y darnos fortaleza y claridad, a nuestras familias por brindarnos todo su apoyo, al Dr. Jhonny Valverde por todas sus enseñanzas, apoyo y guía para culminar nuestra investigación y a nuestra querida universidad César Vallejo por proveernos de mucho aprendizaje para ser grandes profesionales y personas.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO, 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 Completa titulada: "Reducción de concentración de gases NOx en vehículos motorizados del distrito Los Olivos aplicando membranas de nanocelulosa de algodón – 2023", cuyos autores son ROQUE BENDEZU REXON ANDY, SILVA AZAÑERO KAROLAY PAOLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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 Completa 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, 15 de Setiembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO DNI: 18120253 ORCID: 0000-0003-2526-112X | Firmado electrónicamente por: VALVERDE el 15-09- 2023 13:44:18 |

Código documento Trilce: TRI - 0651158



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ROQUE BENDEZU REXON ANDY, SILVA AZAÑERO KAROLAY PAOLA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Reducción de concentración de gases NOx en vehículos motorizados del distrito Los Olivos aplicando membranas de nanocelulosa de algodón – 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis Completa:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| ROQUE BENDEZU REXON ANDY DNI: 73814804 ORCID: 0000-0003-3901-3960 | Firmado electrónicamente por: RROQUEB el 18-09- 2023 18:50:37 |
| SILVA AZAÑERO KAROLAY PAOLA DNI: 75265708 ORCID: 0000-0003-2414-8379 | Firmado electrónicamente por: KSILVAAZ el 18-09- 2023 21:34:13 |

Código documento Trilce: INV - 1422530



Índice de contenidos

| | |
|--|-----|
| Carátula | i |
| Dedicatoria..... | i |
| Agradecimiento..... | ii |
| Declaratoria de originalidad | iii |
| Declaratoria de autenticidad | iv |
| Índice de contenidos | v |
| Índice de Tablas | vii |
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| III. METODOLOGÍA..... | 9 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 9 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 10 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 10 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 11 |
| 3.5. Procedimientos | 13 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 30 |
| 3.7. Aspectos éticos | 30 |
| IV. RESULTADOS..... | 31 |
| 4.1. Caracterización de membranas de nanocelulosa | 31 |
| 4.2. Reducción de concentraciones NO_x | 32 |
| Figura 37. Porcentaje de reducción de gases NO _x con M-NCA3..... | 33 |
| 4.3. Prueba estadística de la reducción de concentraciones NO_x | 33 |
| V. DISCUSIÓN..... | 45 |
| VI. CONCLUSIONES | 48 |
| VII. RECOMENDACIONES | 49 |
| REFERENCIAS:..... | 50 |
| ANEXOS | 57 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Tipos de membranas para la purificación de gases de combustión.. | 8 |
| Tabla 2. Variables de la investigación..... | 10 |
| Tabla 3. Valoración de expertos | 12 |
| Tabla 4. Tratamiento de reducción de gases NOx con membranas de celulosa de algodón | 34 |
| Tabla 5. Resumen del procesamiento de los casos..... | 36 |
| Tabla 6. Descriptivos..... | 36 |
| Tabla 7. Pruebas de normalidad | 38 |
| Tabla 8. Porcentaje de remoción del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón | 38 |
| Tabla 9. Resumen del procesamiento de los casos..... | 41 |
| Tabla 10. Descriptivos..... | 41 |
| Tabla 11. Pruebas de normalidad | 42 |
| Tabla12. Rangos..... | 43 |
| Tabla 13. Estadísticos de contraste ^{a,b} | 43 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Población Fuente: <i>Google Maps</i> | 11 |
| Figura 2. Procedimiento del desarrollo de la investigación | 13 |
| Figura 3. Lugar de obtención de algodón..... | 14 |
| Figura 4. Algodón nativo | 14 |
| Figura 5. Limpieza y selección de muestra de algodón | 14 |
| Figura 6. Pesaje de algodón | 15 |
| Figura 7. Peso del algodón | 15 |
| Figura 8. Peso de NaOH..... | 16 |
| Figura 9. Preparación de disolución..... | 16 |
| Figura 10. Deslignificación | 17 |
| Figura 11. Celulosa de algodón | 17 |
| Figura 12. Preparación de disolución..... | 18 |
| Figura 13. Formación de nanocelulosa | 18 |
| Figura 14. Filtrado al vacío..... | 19 |
| Figura 15. Vertimiento de nano celulosa..... | 19 |
| Figura 16. Enjuague de nano celulosa..... | 20 |
| Figura 17. Medición de Ph | 20 |
| Figura 18. Secado nanocelulosa..... | 21 |
| Figura 19. Nano Celulosa seca..... | 21 |
| Figura 20. Pesaje de nanocelulosa | 22 |
| Figura 21. Nanocelulosa de algodón vista desde microscópico electrónico . | 22 |
| Figura 22. Carbopol - Nanocelulosa..... | 23 |
| Figura 23. Mezcla con agua desionizada..... | 23 |
| Figura 24. Molde Membrana | 24 |
| Figura 25. Membranas de Nanocelulosa | 25 |
| Figura 26. Recolección de muestra..... | 26 |
| Figura 27. Obtención de datos | 26 |
| Figura 28. Sistema de tratamiento | 27 |
| Figura 29. Obtención de datos | 27 |
| Figura 30. Cambio de membranas..... | 28 |
| Figura 31. Sistema de filtro | 28 |
| Figura 32. Sistema de llaves | 29 |
| Figura 33. Sistema de filtro | 29 |
| Figura 34: Caracterización de membranas de nanocelulosa | 31 |
| Figura 35. Porcentaje de reducción de gases NOx con M-NCA1 | 32 |

Figura 36. Porcentaje de reducción de gases NOx con M-NCA2 32

Resumen

El aumento de la contaminación atmosférica por emisiones de gases NO_x se origina por el incremento de vehículos de combustible Diesel. Debido a esto, el objetivo de la investigación fue determinar la eficiencia de reducción de gases NO_x empleando membranas de nanocelulosa de algodón en muestras de vehículos motorizados del distrito Los Olivos. Se utilizaron 03 muestras recolectados directamente del tubo de escape del vehículo al sistema de tratamiento en tiempos de recolección de 15 s, 30 s y 40 s donde previamente se analizaron sus concentraciones iniciales, además se usaron 03 membranas con concentraciones de 1g, 1.5 g y 2g de nanocelulosa de algodón obtenidas de las muestras de mejores características. El tratamiento se realizó *in situ* mediante 03 repeticiones desde el pico máximo de concentración almacenada hasta lograr la máxima reducción de concentración final. Los resultados evidenciaron que la M1-NCA logró reducir la concentración de NO_x de 28 ppm a 0 ppm, la M2-NCA de 48 ppm a 1 ppm y la M3-NCA de 45 ppm a 1 ppm. Finalmente, se concluye que el uso de nanocelulosa de algodón para formar membranas, es eficaz para reducir concentraciones de gases NO_x y pueden ser utilizadas en vehículos motorizados.

Palabras Clave: *NO_x, nanocelulosa, membranas*

Abstract

The increase in air pollution due to NO_x gas emissions originates from the increase in Diesel fuel vehicles. Due to this, the objective of the research was to determine the efficiency of NO_x gas reduction using cotton nanocellulose membranes in samples of motorized vehicles from the Los Olivos district. 03 samples collected directly from the exhaust pipe of the vehicle to the treatment system were used in collection times of 15 s, 30 s and 40 s where their initial concentrations were previously analyzed, in addition 03 membranes with concentrations of 1g, 1.5 g and 2g of cotton nanocellulose obtained from the samples with the best characteristics. The treatment was carried out in situ through 03 repetitions from the maximum peak of stored concentration until the maximum reduction of final concentration was achieved. The results showed that the M1-NCA managed to reduce the NO_x concentration from 28 ppm to 0 ppm, the M2-NCA from 48 ppm to 1 ppm and the M3-NCA from 45 ppm to 1 ppm. Finally, it is concluded that the use of cotton nanocellulose to form membranes is effective in reducing concentrations of NO_x gases and can be used in motor vehicles.

Keywords: *NO_x, nanocellulose, membranes*

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la calidad del aire es afectada por diferentes actividades antropogénicas que van desde las industrias hasta actividades de menor escala como el sector automovilístico de motores diésel, donde la afluencia de vehículos menores incrementa con el pasar de los años, y con ello el aumento de las emisiones atmosféricas por la combustión. Dentro de los agentes atmosféricos contaminantes, los óxidos de nitrógeno (NOx) son los que generan un mayor impacto ambiental mediante la formación de ozono troposférico, eutrofización, y lluvia ácida (Liu et al., 2021).

En Europa hace años se llevan a cabo medidas para la regulación de emisiones generadas por el parque automotor, si bien existían normas impuestas desde la década de los 90, fue hasta los años 2000 cuando empezaron a regular en específico los gases NOx. Siendo en un inicio el límite 0.5g de NOx/km transitado para vehículos de Diesel y de 0.15g NOx/Km para autos de gasolina, Habiendo variado a la actualidad con un límite de 0.08g/Km y 0.06g/Km respectivamente. (Molla, 2020)

En América Latina, Lima es considerada una de las ciudades con la peor calidad de aire, esta problemática tiene como origen el parque automotor que causa un 70% de esta contaminación mientras que un 30% se da por otras actividades, Tales como el comercio e industrias. Con respecto a los vehículos esto se genera en gran medida debido a que más del 50% del parque automotor tiene más de 15 años de antigüedad. Si bien es cierto se ha avanzado en cuanto a calidad de aire aun no es suficiente en comparación a otros países del continente. Por lo que se hace necesario tomar medidas de fiscalización para controlar esta problemática (Méndez, 2017)

En el año 2012 Digesa realizó el estudio llamado "Estudio de saturación de lima metropolitana y callao", Donde se concluyó que los valores de dióxido de nitrógeno (NO₂) no superaron los ECA, no obstante, si superaban los valores que la OMS recomienda. Además, se observó mayor concentración en lima este y lima norte, lo que genera mayor impacto ambiental y a la población. (Digesa,2012)

Por lo antes mencionado son cuantiosos los efectos en el presente y futuro que genera al medio ambiente y a la salud este tipo de contaminación. La problemática existente debido a la contaminación por NOx requiere la búsqueda de alternativas. Por lo que el **problema general** se formula de la siguiente manera ¿En qué medida se reduce la concentración de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos aplicando la membrana de nanocelulosa de algodón? Siendo los **problemas específicos** ¿Cuál es el proceso de elaboración de membranas de nanocelulosa para reducir gases NOx en vehículos motorizados del distrito Los Olivos?, ¿Cuáles son las concentraciones de gases NOx antes y después de la aplicación de membranas de nanocelulosa de algodón en vehículos motorizados del distrito Los Olivos? ¿Cuál será el porcentaje de reducción de concentraciones de gases NOx aplicando membranas de nanocelulosa de algodón en vehículos motorizados del distrito Los Olivos? Por lo antes mencionado se justifica *teóricamente* la investigación. Debido a que se plantea dar a conocer las propiedades y la contribución que pueden tener las membranas de nano celulosa en la reducción de gases NOx, De manera *práctica*, ya que la investigación tiene el propósito de dar una alternativa de solución eficiente para lograr reducir la concentración de gases NOx, también se justifica la investigación de manera *ambiental*, ya que que las membranas estarán elaboradas a base de algodón como material biodegradable, a fin de garantizar la reducción de gases NOx y no generar desechos contaminantes que degraden otros recursos como el suelo o agua. Por último, se justifica de manera *social*, ya que estos gases generan impactos en la salud de la población, debido a que es una sustancia corrosiva a la piel y a las vías respiratorias, siendo las más vulnerables a estos daños personas con asma y enfermedades respiratorias, por lo que identificando la eficiencia de la membrana de nano celulosa en la reducción de NOx se podría aportar en la búsqueda de mayores soluciones que beneficien a las personas ante esta problemática.

Esta investigación tiene como **objetivo general**: Reducir las concentraciones de gases NOx en vehículos motorizados del distrito Los Olivos aplicando membranas de nanocelulosa de algodón. Y como **objetivos específicos**: Elaborar membranas de nanocelulosa de algodón para reducir gases NOx en

vehículos motorizados del distrito Los Olivos, Determinar la concentración de gases NOx antes y después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón en el distrito Los Olivos y Determinar el porcentaje de reducción de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón.

Se plantea como hipótesis general: Las membranas de nanocelulosa de algodón logran reducir en un 80% la concentración de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos. Y como hipótesis específicas: Las concentraciones de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito de Los olivos, son reducidas después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón y El porcentaje de reducción de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito de los olivos es reducido después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón.

II. MARCO TEÓRICO

Fernández, (2018) En su investigación "Preparación y caracterización de membranas planas y de fibras huecas para la separación de CO₂" tuvo como fin preparar y caracterizar membranas robustas con alta permeabilidad y selectividad para la separación de CO₂/NO₂, además del estudio del cambio de geometría de membranas planas a membranas compuestas de fibras huecas y su incorporación a procesos de captura de CO₂ en postcombustión. logrando estimar el área adecuada para lograr una eficacia de recuperación de CO₂ del 70% y una pureza de permeado del 90% de CO₂.

Jin, (2020) En su investigación "Membrana de acetato de celulosa para la separación de CO₂/N₂" tuvo como fin preparar membranas de acetato de celulosa, para obtenerlas se mezcló acetato de celulosa con acetilo del 39% y del 56%, con el método de inversión de fase húmeda. Determino el rendimiento de separación de CO₂/N₂ mediante la evaluación de la permeabilidad de los gases, con respecto a la selectividad CO₂/N₂ se dio modificando la concentración de polímero. Por último, realizo la caracterización de la membrana mediante espectrometría electrónica de barrido y análisis de espectrometría infrarroja por transformada de Fourier de reflectancia total atenuada. Como resultados obtuvo que la membrana adecuada que se obtuvo fue la M3 con concentración de

polímero de 4:6(CA-39:CA-56) la cual era una membrana sin defectos. La membrana M3 presento el mejor rendimiento para la separación de gases con una permeancia de CO₂ de 99,26 ± 3,08 GPU, una permeancia de N₂ de 87,12 ± 0,81 GPU y una selectividad CO₂/N₂ de 1,139 ± 0,037

Zhi, et al (2021) En su investigación “Fabricación de membranas de fibra hueca de cuatro canales de nitrato/nitrito fundido para la separación de óxidos de nitrógeno” obtuvo una membrana de fibra hueca con cuatro canales de nitrato de potasio (KNO₃) Donde como resultados obtuvo una gran ventana de funcionamiento de 350-500 °C con una amplia permeabilidad a los NO_x, Donde la mayor permeabilidad a los óxidos de nitrógeno alcanzó $9.2 \times 10^{-9} \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ bajo la condición de 1% de NO₂, 1% de CO₂ y 20% de O₂ a 500 °C.

Roman (2017) En su investigación “Adelgazamiento de la membrana para la captura eficiente de CO₂” concluye que mejorar los flujos en las membranas es necesaria para usarlas a grandes escalas en la captura de CO₂. Este adelgazamiento es un método prometedor para lograr flujos elevados. Además, es importante el transporte molecular puede ayudar a aumentar el rendimiento en la separación de los gases, por último, discute el comportamiento de permeación de gas de las membranas con los distintos espesores.

Sarfraz y Ba-Shammakh (2018) en su investigación desarrollaron Membranas de matriz mixta ZIF-300/Ultrason estables al agua para la captura selectiva de CO₂ de los gases de combustión húmedos posteriores a la combustión, donde se dopó el polímero vítreo Ultrason S 6010 con nanocristales de imidazolato zeolítico (ZIF-300) a diferentes grados y se empleó la técnica de fundición en solución para garantizar una mayor adhesión del polímero de relleno, una distribución constante de nanorrelleno y una configuración de matriz térmicamente establecida, dando como resultado una membrana compuesta 4 veces mayor en retención de CO₂ que la membrana Ultrason pura, incluyendo estabilidad estructural en condiciones húmedas junto a un mejor rendimiento de separación de gases de combustión.

Peñaloza, et al (2017) en su investigación evaluó la consecuencia del uso de un aditivo a base de nanopartículas de aluminio y ácido oleico para reducir gases contaminantes en las mezclas de Diesel/biodiesel. Donde estimó las

propiedades físico-químicas de las mezclas, fijando las concentraciones de 10 y 20 ppm, Obteniendo como resultados la reducción del 11% y 25% en emisiones de SO₂ y material particulado respectivamente. En tanto las emisiones de CO₂ no se evidenciaron mejoras significativas, por último, en cuanto a las emisiones de NO₂, se dio un aumento de 2,1 g/kWh a 3,1g/Kwh con la adición de las concentraciones de nano aditivo, por lo tanto, hubo mejoras en la disminución en el retraso de los tiempos de ignición, lo cual resulta óptimo para el funcionamiento del motor.

Cruz, (2018) En su investigación, evaluó la separación de CO₂ mediante una membrana zeolítica y la captura a través de la captura de CO₂ por medio de carbonatación con soluciones alcalinas, estudio cuyo fin es mostrar una alternativa para lograr controlar las emisiones de CO₂, a través de su separación y captura. Esta alternativa está pensada para ser implementada en sistema de postcombustión por último se muestra una alternativa para lograr un almacenamiento de CO₂ constantemente por medio de su transformación en sólidos precipitados de posible valor comercial.

Fujikawa, et al (2019) En su investigación Permeación ultrarrápida y selectiva de CO₂ mediante nano membranas de siloxano independientes, concluye que la captura de CO₂ mediante membranas permiselectivas es ventajosa debió a sus instalaciones más pequeñas además, Lo que respecta al alto rendimiento, adelgazar la membrana es eficaz para una mejora en la permeabilidad al gas de las membranas, debido a que el flujo de gas de la membrana es inversamente proporcional al espesor de la membrana, pero se debe tener en consideración que el adelgazamiento directo no es deseable porque se pierde la robustez mecánica y generaría defectos de agujeros que provocarían fugas de gas.

Ramírez (2013) En su investigación llevó a cabo la asimilación de 2 sílices meso porosas de tipo MCM-41 y MCM-48 de tamaño 400 y 500 nm. Posteriormente prepararon membranas híbridas con base en dos tipos de matrices poliméricas, policarbonato y polisulfona, donde se agregaron distintas cargas de sílice, sin funcionalizar y funcionalizado. Finalmente se sometieron a las membranas a pruebas de permeabilidad al Dióxido de carbono CO₂, gases puros y metano CH₄, arrojando como resultado que la permeabilidad al CH₄ se reduce cuando

se empleó partículas funcionalizadas, con un efecto superior cuando son partículas MCM-48. En el caso de las membranas de polisulfona, la selectividad CO₂/CH₄ aumenta al añadir partículas de sílice MCM-41 y MCM-48 funcionalizadas, con un superior efecto adicionando partículas de MCM-48 funcionalizadas, en tanto la selectividad CO₂/CH₄ aumenta, mientras que en el caso de la membrana híbrida con MCM-41 funcionalizada disminuye.

Dai, Z (2019) En su investigación, Breve revisión de las membranas híbridas basadas en nano celulosa para la separación de CO₂, da alcances sobre diferentes métodos de métodos de fabricación de membranas basadas en nano celulosa y distintas aplicaciones de separación de membranas, así mismo muestra métodos básicos para la fabricación de membranas de diferentes morfologías.

Habiendo expuesto los antecedentes a la presente, Las teorías que sustentan esta investigación son los siguientes:

Nanotecnología: Es una ciencia relativamente nueva, que ganó mucho auge en las últimas décadas, se basa en el estudio, síntesis, caracterización y en la aplicación de materiales nano particulados con propiedades definidas. Esta tecnología tiene como base el estudio de sistemas que van en la escala de 1 a 100 nanómetros. Por lo que es una tecnología que promete beneficios desde aplicaciones médicas o soluciones más eficientes a problemas medioambientales (Borja, et al, 2020).

los materiales nanométricos han despertado gran interés, ya que poseen grandes propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, entre otras. (Carchi 2014).

Contaminación Atmosférica: Se refiere a la presencia en el aire de sustancias en altas concentraciones que amenazan gravemente la salud y la calidad de vida de la población, independientemente de que se produzcan en la naturaleza o como consecuencia de la actividad humana, llegan a afectar el medio natural y el medio ambiente (Morales,E; Rodriguez. G., 2020).

Óxidos de Nitrógeno - NOx: Son un grupo de gases reactivos como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), Estos son generados por fuentes naturales y fuentes causadas por el hombre, Siendo el parque automotor el principal causante de este contaminante (Morales,E; Rodriguez. G., 2020).

Clasificación de NOx: Se clasifican en 3, El NOx térmico, que se forma por la elevada temperatura del nitrógeno por el oxígeno, El NOx del combustible que se genera por la oxidación del combustible y el NOx inmediato que se produce por la reacción de los radicales libres de los hidrocarburos (Gholami, 2020).

Fuentes de NOx: Dependiendo de su origen se dividen en. De origen de fuentes antropogénicas como los procesos industriales y la actividad humana y de fuentes naturales como proceso de quema de combustibles fósiles. (Galam,2006). El NO representa el 95% del total de las emisiones NOx, mientras que el NO₂ se forma principalmente a través de reacciones fotoquímicas en la atmosfera (Pasichnyk et al., 2023).

Estándar de la Calidad de Aire: La Norma de Calidad Ambiental (ECA) se define como un instrumento es una herramienta de gestión ambiental diseñada para poder medir la calidad ambiental en el país, así como para determinar los parámetros físico, químico y biológico del suelo, agua, aire, ruido y factores no ionizantes. (MINAM, 2019)

Límite Máximo Permisible: Son medidas de las concentraciones de elementos de sustancias tanto como físicas, químicas o biológicas que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud. (SENACE, 2016)

Celulosa: La celulosa es considerada el polímero orgánico con mayor abundancia en la naturaleza, El cual está constituido por unidades de glucosa. Generalmente la separación de la celulosa consta de distintos tipos de procesos físicos, químicos y mecánicos. Existen distintos tipos de fuentes de celulosa entre las principales se encuentra la madera con un 50% de pureza y el algodón con un 90%, cada una de ellas con distintas composiciones químicas y propiedades físicas por lo que cada fuente llegará a dar distintos resultados en la aplicación. (Ruiz, 2018)

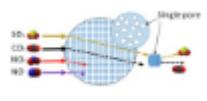
Nano celulosa: La Nano celulosa Es un tipo de nanomaterial que está compuesto por biopolímero de celulosa, es un material muy versátil, resistente, biodegradable, y baja toxicidad por lo que es muy fácil modificar químicamente, debido a estas cualidades la nano celulosa está obteniendo atención por su potencial en distintas aplicaciones (Zhongde et al., 2019). La nano celulosa es la celulosa en tamaño de escala nanométrica de 1 a 100 nm, (Vidales, 2018)

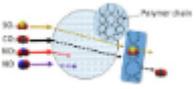
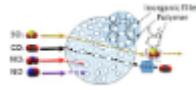
Fabricación de Nano Celulosa: La fuente más común de nano celulosa es de origen vegetal, ya sea CNF o CNC a partir de materia vegetal. Se obtiene a través de la desintegración de este material de origen empleando métodos mecánicos o químicos para su producción. En el caso de CNF se usan medios mecánicos como la homogeneización a alta presión y en el caso de CNC se puede obtener mediante hidrólisis ácida. (Zhongde et al., 2019)

Nanopartículas: Son partículas microscópicas que tienen una dimensión menor a la de 100 nanómetros, lo que equivale a un millar de átomos. (López, et al 2016) En los materiales se observan nuevas propiedades una vez están en la nano escala,

Membrana: Este término es usado en múltiples disciplinas como la química, la biología etc. El cual se denomina un sistema líquido o sólido, con un espesor pequeño, el cual separa dos etapas macroscópicas, donde se experimenta el control selectivo de transferencia de energía y materia entre estas. (Ramírez, 2013). Cada vez se incrementa más en avance de investigaciones sobre la efectividad de las membranas para la purificación de gases de combustión, desarrollándose diferentes tipos de membranas combinando nanotecnología y diferentes materiales (Pasichnyk et al., 2023).

Tabla 1. Tipos de membranas para la purificación de gases de combustión

| Tipo | Esquema | Mecanismo | Ventajas | Desventajas |
|---------------------|---|--------------------|--|---|
| Membrana inorgánica |  | Tamizado molecular | <ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad a altas T° • Resistencia • Fácil limpieza • Activación catalítica | <ul style="list-style-type: none"> • Alto costo • Frágil • Dificultad para selectividad • Baja superficie |

| | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|--|
| <p>Membrana de polímero</p> |  | <p>Mecanismo de difusión de solución</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Fácil tecnología de fabricación • Procesabilidad • Demanda menos estricta de materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Costo de fabricación de preparación • Vida útil limitada • Menos resistente a altas T° |
| <p>Membrana de matriz mixta</p> |  | <p>Mecanismo de difusión de solución y tamizado</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad • Elimina contaminantes específicos | <ul style="list-style-type: none"> • Aglomeración de partículas • Incompatibilidad relleno-polímero • Vacío interfacial |

Fuente: Tecnología de membranas (Pasichnyk et al., 2023)

Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre el Ambiente: La contaminación atmosférica tiene consecuencias graves, ya que al excederse evita la fotosíntesis que realizan las plantas y a su vez las plantas ya no pueden purificar el aire, además de ello también produce lluvias ácidas, el cambio de clima, el efecto invernadero. (Minam, 2019)

Efectos de la Contaminación atmosférica Sobre La Salud Humana: Los efectos de la exposición a los contaminantes atmosféricos son numerosos y de diverso impacto, entre las afecciones más comunes son las que afectan al sistema respiratorio y cardiocirculatorio. Esto tipo de contaminación se da por muchos contaminantes, los más comunes son las partículas (PM) Monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). (Hech, et al., 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicado, el cual tiene como base reducir la concentración de Gases NO_x mediante el uso de membranas de material biodegradable. Escudero y Cortes (2018) mencionan que este modelo de

investigación utiliza conocimientos teóricos y estudios realizados por investigadores para dar solución a la problemática de una investigación.

Asimismo, Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan un enfoque cuantitativo como un método que mantiene una secuencia de procesos de una manera probatoria por medio de medidas y herramientas estadísticas, en otras palabras, en el uso de recolección de información y análisis de datos, con el fin de resolver el problema de la investigación.

Además, se usó un diseño experimental puro, debido a que los investigadores manipularon la variable independiente: membrana de nanocelulosa de algodón, con el objetivo de observar la variable dependiente: reducción de gases NOx en vehículos motorizados (Zurita et al.,2018).

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 2. Variables de la investigación

| Variables | |
|----------------------|---|
| Dependiente | Reducción de concentraciones NOx en vehículos motorizados |
| Independiente | Membrana de nanocelulosa de algodón |

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Toledo (2019) La población en una investigación está conformada por, personas, objetos, organismos etc. Las que participan del análisis del problema de investigación planteado.

En la presente investigación la población fueron 03 vehículos motorizados pertenecientes a la calle Los Olivos, del distrito Los Olivos de los cuales se sacaron las muestras necesarias.

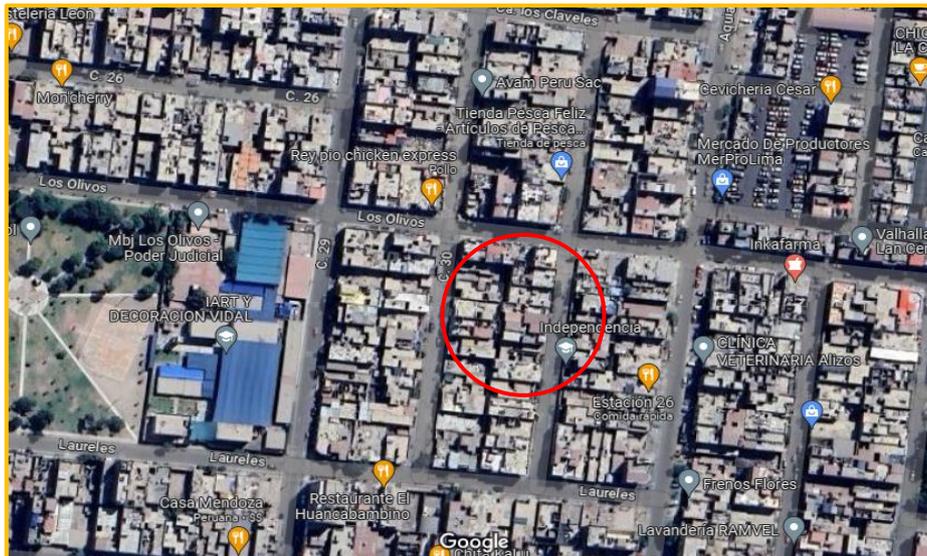


Figura 1. Población Fuente: *Google Maps*

Según Toledo (2019) indica que la muestra es una parte de la población, también puede ser llamada subgrupo de la población y que para escoger una muestra se debe delimitar sus características. Para la investigación se recolectaron 03 muestras de diferente concentración, las cuales fueron recolectados de los vehículos motorizados considerando que estos no tengan el tubo de escape alterado, además fueron alternadamente almacenadas en el sistema de tratamiento.

El muestreo es no probabilístico. Utilizando la técnica por conveniencia, Hernández et al. (2014) menciona que en este caso la selección de la muestra no depende de una probabilidad sino de las características de la investigación o el objetivo del investigador. Por lo tanto, se tomaron 03 muestras directamente del tubo de escape del vehículo motorizado a la fuente del sistema de tratamiento, donde se recolectaron concentraciones de gases NO_x en ppm.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación la técnica fue la recolección de datos empleada mediante el uso de fichas de registro de información obtenida en el proceso de desarrollo, con el fin de identificar las características del tema en estudio. (Yuni y Urbano, 2014)

Se contó con 6 instrumentos de recolección de información los cuales fueron validados por 3 profesionales con amplio conocimiento en el tema.

1. Ficha 1: Recolección de muestras iniciales. (Anexo 3)
2. Ficha 2: Análisis Inicial de la concentración de gases NOx. (Anexo 4)
3. Ficha 3: Caracterización de la membrana de nano celulosa. (Anexo 5)
4. Ficha 4: Tratamiento de NOx con membrana de nano celulosa. (Anexo 6)
5. Ficha 5: Análisis Final de concentración de Gases NOx. (Anexo 7)
6. Ficha 6: Comparación de resultados. (Anexo 8)

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos, se procedió a enviarlos a especialistas de postgrado quienes evaluaron la confiabilidad y consistencia. Dando una valoración promedio de 85%.

| Especialistas | Grado Académico | Valoración | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | Ficha 1 | Ficha 2 | Ficha 3 | Ficha 4 | Ficha 5 | Ficha 6 |
| Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio | Doctor | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| Eusebio Horacio Acosta Suasnabar | Doctor | 85% | 85% | 85% | 85% | 85% | 85% |
| Danny Alonso Lizaraburu Aguinaga | Doctor | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |



Tabla 3. Valoración de expertos

3.5. Procedimientos

El desarrollo de la investigación se elaboró siguiendo las etapas descritas en la figura 2.

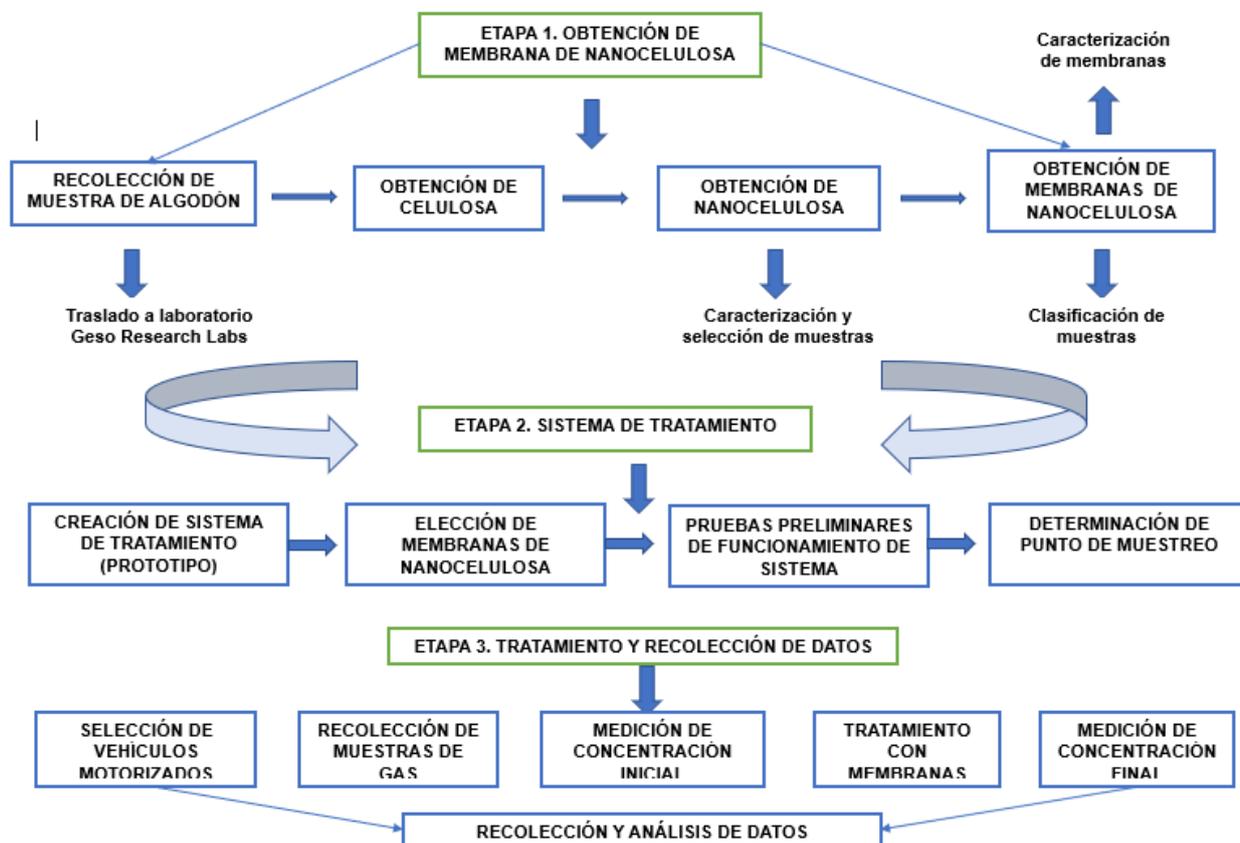


Figura 2. Procedimiento del desarrollo de la investigación

Etapa 1. Caracterización de la membrana de nano celulosa:

Inicialmente, se recolectó 1 kg de la muestra de algodón nativo directamente de la planta, verificando que este cumpla con las condiciones de apariencia como color y olor. El punto de recolección de algodón, se encuentra ubicado en la provincia de Huaral, distrito de Lima. De acuerdo a las siguientes coordenadas, 11°27'48.9"S 77°15' 03.0"W.



Figura 3. Lugar de obtención de algodón

Chacra de algodón nativo ubicada en la provincia de Huaral.



Figura 4. Algodón nativo

Extracción del algodón nativo directamente de la planta.

Después de recolectar 1kg de algodón se llevó a laboratorio, donde se cortó en pequeños trozos de 5 cm para lograr retirar las semillas y el exceso de hojas impregnadas en el algodón, y de este modo se pueda realizar un pesaje libre de impurezas.



Figura 5. Limpieza y selección de muestra de algodón

Se realiza la limpieza del algodón para quitar las semillas que contiene.

Se realizó la limpieza y selección de 25 g de algodón el cual fue pesado en la balanza de laboratorio, obteniendo un peso de 25.01g, la variación de 0.01g se debió al ingreso de aire. Posteriormente se almacenó en un recipiente de vidrio para ser utilizado en la obtención de celulosa.



Figura 6. Pesaje de algodón

Pesado de algodón en balanza electrónica.

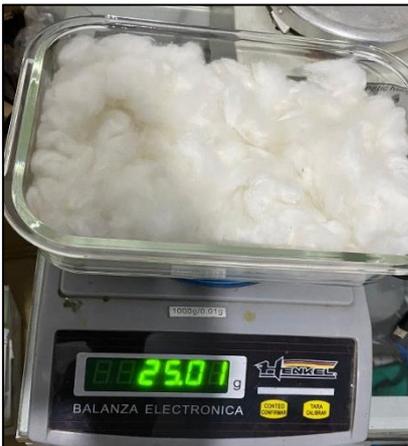


Figura 7. Peso del algodón

Se trabajaron muestras de algodón de 25 gr por muestra.

Para la obtención de la celulosa, el algodón pasó por el proceso de deslignificación con el fin de separar la lignina de la celulosa. Para esto se preparó en un vaso de precipitados de 1000 mL una disolución con 50 g de NaOH y 500 mL de agua destilada al 2.5 M la cual se agitó hasta homogenizar, seguido se agregó los 25 g de algodón, se agitó manualmente y se procedió a colocar el vaso de precipitados en la cocineta de laboratorio a una temperatura de 140 °C por 1h.



Figura 8. Peso de NaOH

Pesado de 50g de NaOH



Figura 9. Preparación de disolución

Disolución de 50g de NaOH y 500 mL de agua desionizada



Figura 10. Deslignificación

Proceso para separar la lignina de la celulosa

Después del proceso deslignificación, se procede a filtrar la celulosa obtenida y enjuagar con abundante agua destilada a fin de retirar los residuos del NaOH y lignina. Terminado este procedimiento, se colocó la celulosa en un recipiente y pasó por un proceso de secado a temperatura ambiente por 12h, seguido de un secado de 1h a 70 °C.

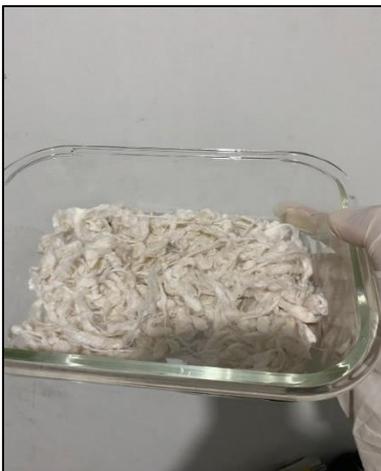


Figura 11. Celulosa de algodón

Celulosa de algodón obtenida luego de la deslignificación.

Cuando la celulosa obtenida estuvo completamente seca, se procedió a preparar una disolución de H_2SO_4 al 8% de concentración con 60 mL de ácido sulfúrico y 440 mL de agua destilada a la cual se agregó cuidadosamente la celulosa para iniciar la hidrólisis ácida y obtener nanocelulosa. Este proceso se llevó a cabo a una temperatura variante de entre 50 – 90°C en el transcurso de 1h.



Figura 12. Preparación de disolución

Disolución de Acido Sulfúrico H_2SO_4 y 440 ml de agua destilada



Figura 13. Formación de nanocelulosa

Proceso de formación de nano celulosa durante 1 hora a temperatura de 50 – 90°C

La nanocelulosa obtenida en el proceso de hidrólisis ácida se pasó por filtrado al vacío utilizando un embudo Buchner, Kitasato y una bomba de vacío. Después se realizaron 10 enjuagues con agua destilada para neutralizar el pH de la nanocelulosa y detener la reacción ácido / celulosa. Cuando la prueba de pH arrojó 7, se dio pase al secado de la muestra, el cual se realizó a 50% por 24h hasta obtener la nanocelulosa seca.



Figura 14. Filtrado al vacío

Proceso de filtrado en embudo Buchner, Kitasato y bomba de vacío.



Figura 15. Vertimiento de nano celulosa

Vertimiento de nanocelulosa para a embudo Buchner



Figura 16. Enjuague de nano celulosa

Enjuague de nanocelulosa para lograr un Ph neutro



Figura 17. Medición de Ph

Obtención de Ph neutro

Posteriormente las muestras obtenidas pasaron por un segundo proceso de secado en una estufa eléctrica, debido a que había zonas de la muestra que no se lograban secar al 100%. Obtenida la nanocelulosa totalmente seca, esta presentó una textura suave en forma de partículas pequeñas, estas fueron pasadas a un mortero de pilón a fin de dispersar los grumos que se hubieran podido generar, luego las muestras obtenidas fueron pesadas en una balanza electrónica a fin de verificar el rendimiento.



Figura 18. Secado nanocelulosa

Secado de nanocelulosa en estufa.



Figura 19. Nano Celulosa seca

Nanocelulosa seca en polvo luego de trituración con mortero.



Figura 20. Pesaje de nanocelulosa

Peso total de nanocelulosa obtenida de la primera muestra

Después del pesaje de la nanocelulosa se procedió a realizar la caracterización en el microscopio electrónico de barrido, para observar las características y morfología de la nanocelulosa. El proceso de obtención de nanocelulosa se realizó 5 veces, a fin de obtener 5 muestras y verificar cuál de ellas tenía mejores características para la elaboración de membranas de algodón

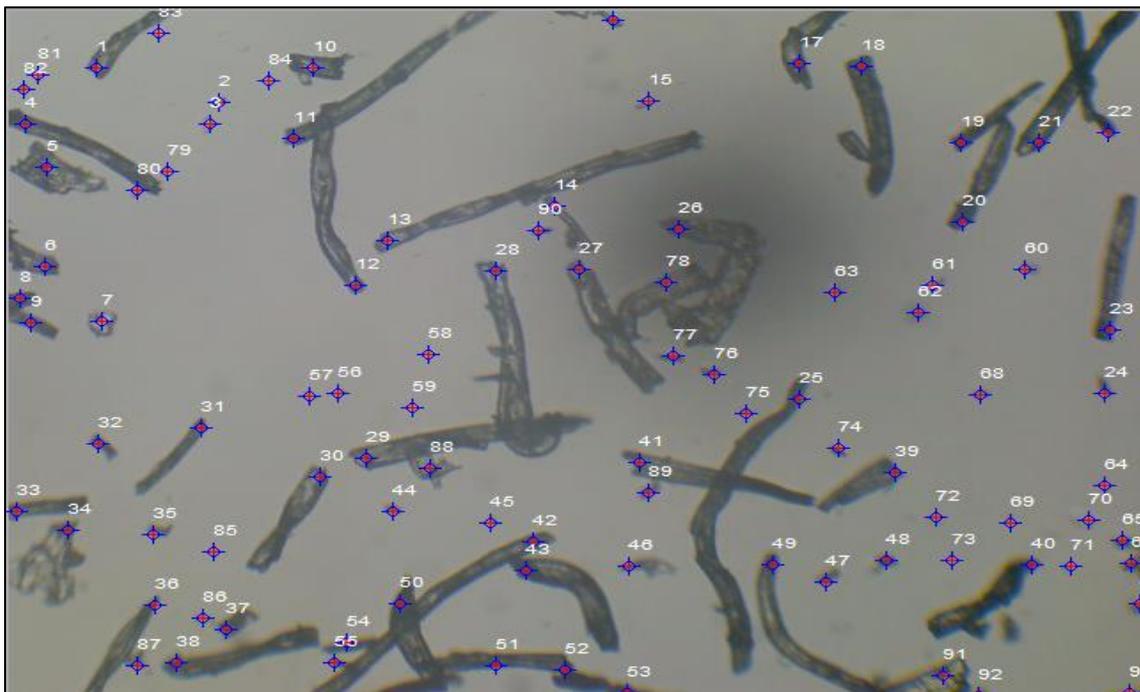


Figura 21. Nanocelulosa de algodón vista desde microscópico electrónico

Posteriormente, se procedió a elaborar las membranas de celulosa donde se utilizó el reactivo Carbopol. Se realizaron pruebas previamente para determinar las concentraciones óptimas de consistencia y mezcla homogénea.



Figura 22. Carbopol - Nanocelulosa

Pesado de 1gr de reactivo carbopol y 1 gr de nanocelulosa



Figura 23. Mezcla con agua desionizada

Mezcla de 1gr de reactivo carbopol, 1 gr de nanocelulosa y 7.5 ml de agua destilada.



Figura 24. Molde Membrana

Molde de tapa para membrana de nanocelulosa

Para la elaboración de las membranas se usó el reactivo Carbopol en polvo, Nano celulosa y agua desionizada en distintas cantidades para cada muestra.

Membrana 1 – Carbopol 1gr, Nanocelulosa 1 gr y 7.5 ml de agua desionizada las cuales se homogenizaron durante un minuto hasta lograr una pasta y posteriormente se pasó a un molde y se dejó secar a temperatura ambiente durante 24 horas. El proceso de homogenización y secado se repiten para las 3 membranas.

Membrana 2 – Carbopol 1gr, Nanocelulosa 1.5 gr y 7.5 ml de agua desionizada.

Membrana 3 – Carbopol 1gr, Nanocelulosa 2.0 gr y 8.0 ml de agua desionizada



Figura 25. Membranas de Nanocelulosa

Membranas de nanocelulosa obtenidas con diferentes concentraciones.

Se repitió el proceso para obtener 3 membranas por cada variación de concentración de nano celulosa y se determinó cuál era la más efectiva en absorción de los gases NOx.

Etapa 2. Análisis inicial de la concentración de gases NOx

Se realizó la toma de muestras *In Situ* en la calle Los Olivos, del distrito Los Olivos, lugar con alto flujo vehicular motorizado debido a la cercanía de mercados y avenidas principales, donde se usó un analizador de gases con una manguera de succión que se conectó directamente al tubo de escape de la moto, identificándose en el lector de análisis 5 tipos de gases incluyendo al NOx con sus respectivos valores.



Figura 26. Recolección de muestra

Recolección de muestras preliminares directamente del tubo de escape del vehículo.

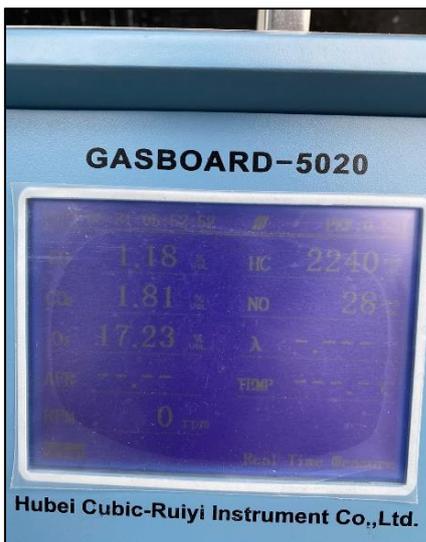


Figura 27. Obtención de datos

Obtención de datos preliminares con el analizador de gases Gasboard - 5020

Etapa 3. Tratamiento de NOx aplicando la membrana de nanocelulosa

En esta etapa se realizó la aplicación de la membrana de nanocelulosa y se buscó determinar su eficiencia en la reducción de la concentración de NOx. El proceso se ejecutó usando un sistema de tratamiento diseñado por los investigadores con una dimensión de 20x20x20 cm, llaves de cierre y apertura, adaptación para la colocación de la membrana, manguera de succión, y manguera drenaje conectada al medidor de gases GASBOARD-5020, el cual analizó las concentraciones de gases de las muestras.

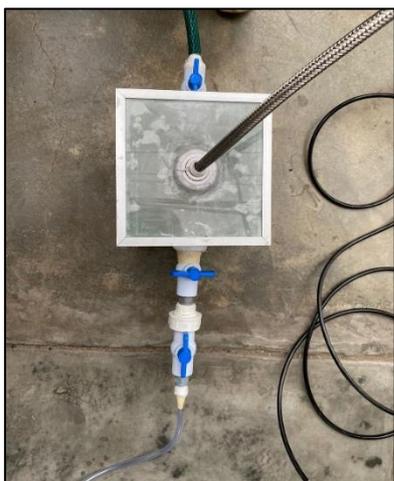


Figura 28. Sistema de tratamiento

Sistema de tratamiento de Gases NOx con llaves de cierre y apertura



Figura 29. Obtención de datos

Obtención de muestras directamente del vehículo pasando por el sistema de tratamiento para ser analizado finalmente por el equipo Gasboard 5020.



Figura 30. Cambio de membranas

Cambio de membranas para siguiente tratamiento con distintas concentraciones.



Figura 31. Sistema de filtro

Sistema de filtro con adaptacion para membrana de nanocelulosa con fijador.

Los gases pasaran mediante una tubería directo a la membrana, mediante una llave se controlará el ingreso y salida de los gases de acuerdo a las repeticiones y al tiempo establecido de tratamiento, generando un ciclo de ingreso y salida.

Etapa 5. Análisis final de concentración de gases NO_x

Esta etapa se analizó de forma automática mediante el sistema de drenaje de gases del analizador GASBOARD-5020, donde las muestras después del tratamiento y mediante la apertura de llaves medía repetitivamente en tiempo real las concentraciones de gases NOx.



Figura 32. Sistema de llaves

Sistema de llaves con ingreso y salida

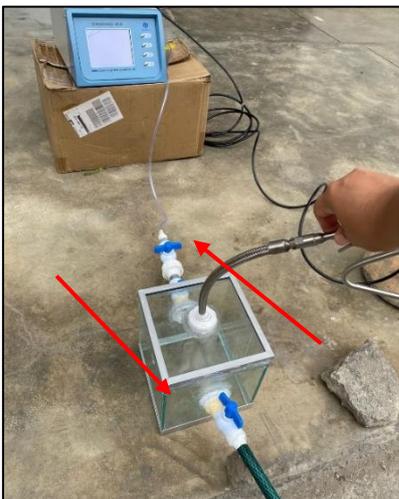


Figura 33. Sistema de filtro

Sistema conectado al analizador de gases Gasborad 5020

Etapa 5. Comparación de resultados

Se compararon los resultados obtenidos en la muestra inicial (sin la aplicación de la membrana de nanocelulosa) y final (aplicando la membrana de nanocelulosa) para calcular el porcentaje de reducción por consiguiente su eficacia.

Los datos obtenidos se verán reflejados en el Anexo 7.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis usado para el desarrollo de la presente investigación se dará mediante el uso del software Excel para la generación de gráficos e interpretación de resultados, así como del programa SPSS, donde se hará el proceso de la información obtenidas de las muestras contaminadas con NOx para posteriormente generar los resultados de confiabilidad y se evaluarán las hipótesis.

Para calcular la eficiencia de reducción de gases NOx con membranas de celulosa, se usó la siguiente fórmula:

$$E = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Donde:

E: Eficiencia de reducción

Ci: Concentración inicial

Cf: Concentración final

3.7. Aspectos éticos

Para la presente investigación se siguieron todos los lineamientos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo en su resolución del consejo universitario N° 0262-2020/UCV donde se actualiza el código de ética investigación de la universidad. Así mismo se procedió a utilizar el software TURNITIN, para comprobar la originalidad de la investigación. Todo ello con el fin de garantizar que la presente investigación está en la línea de la ética profesional y de los principios de la moral social e individual.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de membranas de nanocelulosa

Se realizó las pruebas y caracterización de las membranas de nanocelulosa elaboradas para determinar parámetros y definir sus características. Los resultados fueron evaluados en el laboratorio “Geso Research Labs” y se muestran en la Figura 34.

| Unidades | Volumen (mm ³) | Espesor (mm) | Densidad (g/ mm ³) | Porosidad (%) | Superficie específica (mm ² /g) | Tensión (MPa) | Porcentaje de elongación (%) |
|----------|----------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|--|---------------|------------------------------|
| M1 | 48.2534 | 6 | 0.0359 | 61.27 | 4.6487 | 20.542 | 2.980 |
| M2 | 42.7637 | 5 | 0.0456 | 20.00 | 4.3860 | 25.220 | 2.140 |

Figura 34: Caracterización de membranas de nanocelulosa

A partir de la Figura 34, se pudo determinar que las membranas elaboradas tienen un porcentaje de porosidad mayor a 20%, lo que les permite retener concentración de contaminantes en muestras gaseosas. Además, se puede destacar que la tensión mayor a 20.542 MPa determina unas membranas resistentes.

En la elaboración de membranas de nanocelulosa de algodón, el uso de carbopol determinó la propiedad de resistencia obteniéndose una tensión mayor a 20.542 MPa, mientras que las concentraciones de 1g, 1.5g y 2g de nanocelulosa usadas determinaron la porosidad, obteniéndose valores mayores al 20%, donde se recalca que, a mayor cantidad de celulosa, se debe reducir la cantidad de carbopol, para evitar que la formación de poros se vea reducida. La diferencia en el porcentaje de eficiencia de las primeras 02 membranas en el transcurso del tiempo se debió a que la M-NCA 3 contenía mayor cantidad de nanocelulosa, sin embargo la relación de carbopol con las demás fue igual, lo que hizo que tuviera una menor porosidad y por ende una retención de contaminantes más lenta.

4.2. Reducción de concentraciones NOx

Tratamiento 1:

Se realizó la toma de muestra/tratamiento con el equipo analizador de gases GASBOARD-5020 y el sistema de tratamiento donde se adaptaron a la conexión de llaves de paso 03 tipos de membrana de nanocelulosa de algodón (filtro), encontrándose los siguientes resultados detallados según la figura 1, 2 y 3.

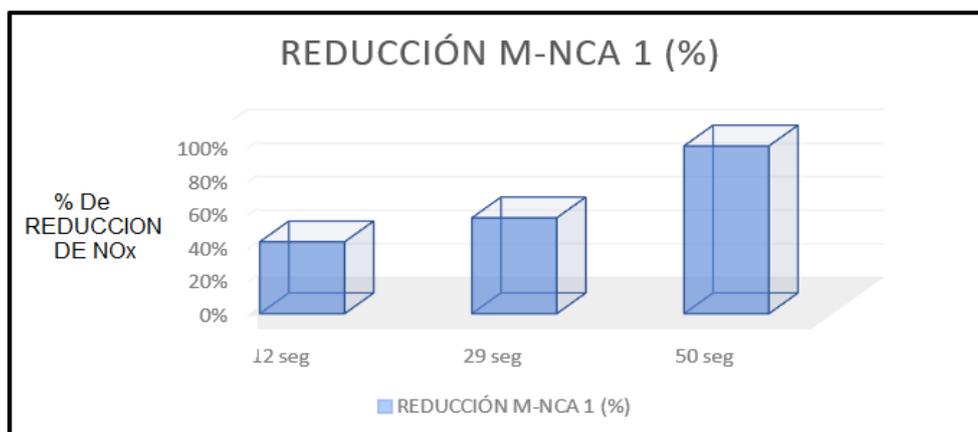


Figura 35. Porcentaje de reducción de gases NOx con M-NCA1

El primer tratamiento inicio con un punto máximo de concentración NOx de 21 ppm y duro 50 seg, en la figura 35 se logra observar el porcentaje de reducción de la 1era membrana de nanocelulosa de algodón en cortes de 3 tiempos, donde a los 12 seg se redujo el 42.85% de gases NOx, para cuando transcurrieron 29 seg se logró reducir el 57.14% y finalmente se obtuvo una reducción del 100% de concentraciones NOx en la primera muestra transcurridos 50 seg.

Tratamiento 2:

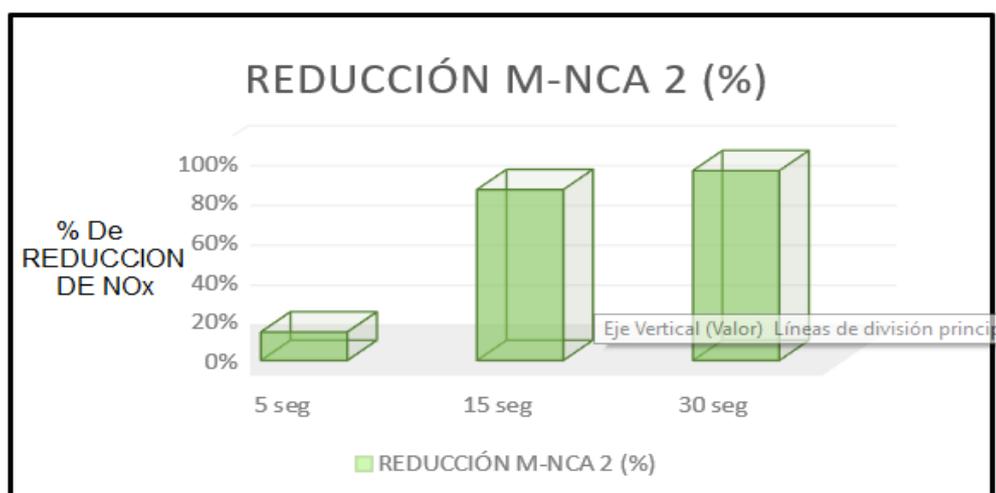


Figura 36. Porcentaje de reducción de gases NOx con M-NCA2

El segundo tratamiento inicio con un punto máximo de concentración de NOx de 21 ppm y duro 30 seg, en la figura 36 se logra observar el porcentaje de reducción de la 2da membrana de nanocelulosa de algodón en cortes de 3 tiempos, donde a los 5 seg se redujo el 14.28% de gases NOx, para cuando transcurrieron 15 seg se logró reducir el 85.71% y finalmente se obtuvo una reducción del 95.23% de concentraciones NOx en la segunda muestra transcurridos 30 seg.

Tratamiento 3:

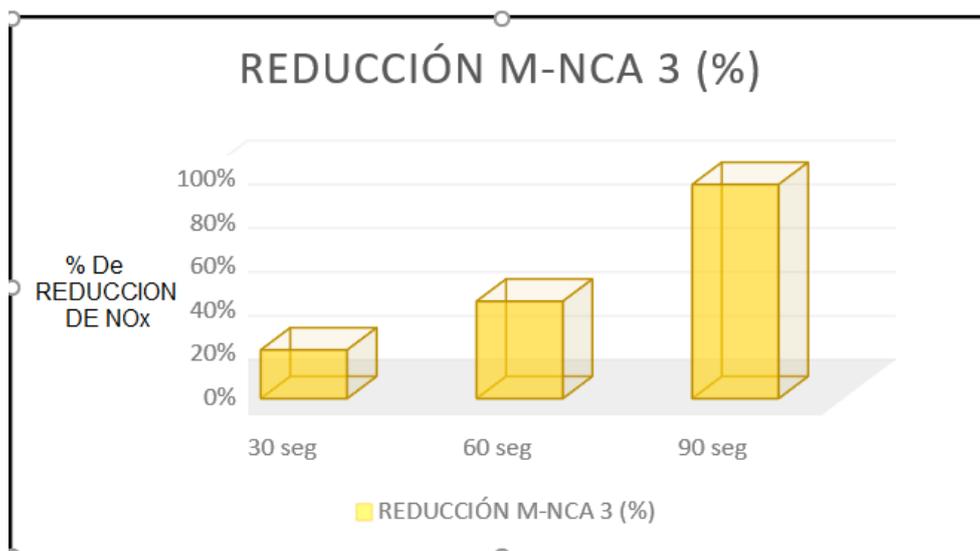


Figura 37. Porcentaje de reducción de gases NOx con M-NCA3

El tercer tratamiento inicio con un punto máximo de concentración NOx de 45 ppm y duro 90 seg, en la figura 37 se logra observar el porcentaje de reducción de la 3ra membrana de nanocelulosa de algodón en cortes de 3 tiempos, donde a los 30 seg se redujo el 22.20% de gases NOx, para cuando transcurrieron 60 seg se logró reducir al 44.40% y finalmente se obtuvo una reducción del 97.71% de concentraciones NOx en la tercera muestra transcurridos 90 seg.

4.3. Prueba estadística de la reducción de concentraciones NOx

Contrastación de la Hipótesis

Para proceder a analizar los datos con pruebas de inferencia estadística se corroborará si se distribuyen de manera normal. Para ello, se determina la prueba de normalidad para determinar si la distribución es normal.

Hipótesis específica 1

H1. Las concentraciones de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos antes y después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón se ajustan a una distribución normal.

Ho. Las concentraciones de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos antes y después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón se ajustan a una distribución NO normal.

Tabla 4. Tratamiento de reducción de gases NOx con membranas de celulosa de algodón

| Tiempo (minuto:segundo) | NOx (ppm/vol) | | |
|----------------------------|---------------|-----|-----|
| | NC1 | NC2 | NC3 |
| 0 | 21 | 21 | 45 |
| 1 | 18 | 23 | 43 |
| 2 | 12 | 25 | 43 |
| 3 | 15 | 21 | 43 |
| 4 | 15 | 21 | 43 |
| 5 | 12 | 18 | 43 |
| 6 | 14 | 17 | 42 |
| 7 | 15 | 14 | 40 |
| 8 | 18 | 10 | 42 |
| 9 | 18 | 9 | 40 |
| 10 | 10 | 6 | 40 |
| 11 | 12 | 4 | 40 |
| 12 | 12 | 4 | 40 |
| 13 | 11 | 3 | 40 |
| 14 | 15 | 1 | 40 |
| 15 | 9 | 3 | 40 |
| 16 | 12 | 3 | 40 |
| 17 | 13 | 6 | 39 |
| 18 | 9 | 3 | 37 |
| 19 | 7 | 3 | 37 |
| 20 | 8 | 1 | 37 |
| 21 | 10 | 1 | 35 |
| 22 | 9 | 3 | 37 |
| 23 | 7 | 1 | 37 |
| 24 | 6 | 1 | 37 |
| 25 | 7 | 1 | 37 |
| 26 | 8 | 1 | 35 |
| 27 | 6 | 1 | 35 |
| 28 | 7 | 1 | 35 |
| 29 | 9 | 1 | 35 |
| 30 | 7 | | 35 |

| | | | |
|-------|---|--|----|
| 31 | 9 | | 35 |
| 32 | 7 | | 34 |
| 33 | 6 | | 34 |
| 34 | 7 | | 34 |
| 35 | 4 | | 34 |
| 36 | 4 | | 34 |
| 37 | 6 | | 32 |
| 38 | 6 | | 32 |
| 39 | 4 | | 32 |
| 40 | 4 | | 32 |
| 41 | 3 | | 31 |
| 42 | 3 | | 29 |
| 43 | 3 | | 29 |
| 44 | 1 | | 31 |
| 45 | 4 | | 29 |
| 46 | 3 | | 31 |
| 47 | 1 | | 29 |
| 48 | 0 | | 31 |
| 49 | 0 | | 31 |
| 50 | | | 29 |
| 51 | | | 28 |
| 52 | | | 28 |
| 53 | | | 29 |
| 54 | | | 29 |
| 55 | | | 29 |
| 56 | | | 28 |
| 57 | | | 29 |
| 58 | | | 29 |
| 59 | | | 26 |
| 01:00 | | | 25 |
| 01:01 | | | 25 |
| 01:02 | | | 25 |
| 01:03 | | | 28 |
| 01:04 | | | 28 |
| 01:05 | | | 25 |
| 01:06 | | | 25 |
| 01:07 | | | 25 |
| 01:08 | | | 18 |
| 01:09 | | | 15 |
| 01:10 | | | 20 |
| 01:11 | | | 21 |
| 01:12 | | | 21 |
| 01:13 | | | 23 |
| 01:14 | | | 18 |
| 01:15 | | | 18 |

| | | | |
|-------|--|--|----|
| 01:16 | | | 18 |
| 01:17 | | | 15 |
| 01:18 | | | 16 |
| 01:19 | | | 17 |
| 01:20 | | | 10 |
| 01:21 | | | 7 |
| 01:22 | | | 10 |
| 01:23 | | | 7 |
| 01:24 | | | 6 |
| 01:25 | | | 6 |
| 01:26 | | | 3 |
| 01:27 | | | 1 |
| 01:28 | | | 1 |
| 01:29 | | | 1 |

Tabla 5. Resumen del procesamiento de los casos

| | Casos | | | | | |
|---------------|---------|------------|----------|------------|-------|------------|
| | Válidos | | Perdidos | | Total | |
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Tratamiento 1 | 30 | 33,3% | 60 | 66,7% | 90 | 100,0% |
| Tratamiento 2 | 30 | 33,3% | 60 | 66,7% | 90 | 100,0% |
| Tratamiento 3 | 30 | 33,3% | 60 | 66,7% | 90 | 100,0% |

Tabla 6. Descriptivos

| | | | Estadístico | Error típ. |
|---------------|---|-----------------|-------------|------------|
| Tratamiento 1 | Media | | 11,5000000 | ,73617527 |
| | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 9,9943525 | |
| | | Límite superior | 13,0056475 | |
| | Media recortada al 5% | | 11,3333333 | |
| | Mediana | | 11,5000000 | |
| | Varianza | | 16,259 | |
| | Desv. típ. | | 4,03219800 | |
| | Mínimo | | 6,00000 | |
| | Máximo | | 21,00000 | |
| | Rango | | 15,00000 | |
| | Amplitud intercuartil | | 7,00000 | |
| | Asimetría | | ,575 | ,427 |

| | | | | |
|---------------|---|-----------------|-----------|-----------|
| | Curtosis | | -,436 | ,833 |
| Tratamiento 2 | Media | | 7,566667 | 1,4845436 |
| | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 4,530434 | |
| | | Límite superior | 10,602899 | |
| | Media recortada al 5% | | 7,000000 | |
| | Mediana | | 3,000000 | |
| | Varianza | | 66,116 | |
| | Desv. típ. | | 8,1311802 | |
| | Mínimo | | 1,0000 | |
| | Máximo | | 25,0000 | |
| | Rango | | 24,0000 | |
| | Amplitud intercuartil | | 13,7500 | |
| | Asimetría | | 1,031 | ,427 |
| | Curtosis | | -,525 | ,833 |
| | Media | | 39,233333 | ,5353768 |
| Tratamiento 3 | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 38,138365 | |
| | | Límite superior | 40,328302 | |
| | Media recortada al 5% | | 39,185185 | |
| | Mediana | | 40,000000 | |
| | Varianza | | 8,599 | |
| | Desv. típ. | | 2,9323797 | |
| | Mínimo | | 35,0000 | |
| | Máximo | | 45,0000 | |
| | Rango | | 10,0000 | |
| | Amplitud intercuartil | | 5,0000 | |
| | Asimetría | | ,070 | ,427 |
| | Curtosis | | -1,035 | ,833 |

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2023*

Tabla 7. Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Tratamiento 1 | ,132 | 30 | ,190 | ,940 | 30 | ,090 |
| Tratamiento 2 | ,270 | 30 | ,000 | ,772 | 30 | ,000 |
| Tratamiento 3 | ,177 | 30 | ,018 | ,916 | 30 | ,022 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2023*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$; Siguen una distribución normal. Se acepta H_0

Si Pvalue < $\alpha=0.05$; No siguen una distribución normal. Se rechaza H_0

Como el p-value es mayor en tratamiento 1 que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), y es menor en tratamiento 2 y tratamiento 3, entonces los datos se ajustan a una distribución No normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Nota: No se toma en cuenta la temperatura en vista que se mantiene constante.

Hipótesis específica 2

H1. El porcentaje de reducción de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón se ajustan a una distribución normal.

H_0 . El porcentaje de reducción de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos después del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón se ajustan a una distribución NO normal.

Tabla 8. Porcentaje de remoción del tratamiento con membranas de nanocelulosa de algodón

| Tiempo (minuto:segundo) | % de Remoción de NOx | | |
|----------------------------|----------------------|--------|------|
| | NC1 | NC2 | NC3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 14.29 | -9.52 | 4.44 |
| 2 | 42.86 | -19.05 | 4.44 |
| 3 | 28.57 | 0.00 | 4.44 |

| | | | |
|----|--------|--------|-------|
| 4 | 28.57 | 0.00 | 4.44 |
| 5 | 42.86 | 14.29 | 4.44 |
| 6 | 33.33 | 19.05 | 6.67 |
| 7 | 28.57 | 33.33 | 11.11 |
| 8 | 14.29 | 52.38 | 6.67 |
| 9 | 14.29 | 57.14 | 11.11 |
| 10 | 52.38 | 71.43 | 11.11 |
| 11 | 42.86 | 80.95 | 11.11 |
| 12 | 42.86 | 80.95 | 11.11 |
| 13 | 47.62 | 85.71 | 11.11 |
| 14 | 28.57 | 95.24 | 11.11 |
| 15 | 57.14 | 85.71 | 11.11 |
| 16 | 42.86 | 85.71 | 11.11 |
| 17 | 38.10 | 71.43 | 13.33 |
| 18 | 57.14 | 85.71 | 17.78 |
| 19 | 66.67 | 85.71 | 17.78 |
| 20 | 61.90 | 95.24 | 17.78 |
| 21 | 52.38 | 95.24 | 22.22 |
| 22 | 57.14 | 85.71 | 17.78 |
| 23 | 66.67 | 95.24 | 17.78 |
| 24 | 71.43 | 95.24 | 17.78 |
| 25 | 66.67 | 95.24 | 17.78 |
| 26 | 61.90 | 95.24 | 22.22 |
| 27 | 71.43 | 95.24 | 22.22 |
| 28 | 66.67 | 95.24 | 22.22 |
| 29 | 57.14 | 95.24 | 22.22 |
| 30 | 66.67 | 100.00 | 22.22 |
| 31 | 57.14 | 100.00 | 22.22 |
| 32 | 66.67 | | 24.44 |
| 33 | 71.43 | | 24.44 |
| 34 | 66.67 | | 24.44 |
| 35 | 80.95 | | 24.44 |
| 36 | 80.95 | | 24.44 |
| 37 | 71.43 | | 28.89 |
| 38 | 71.43 | | 28.89 |
| 39 | 80.95 | | 28.89 |
| 40 | 80.95 | | 28.89 |
| 41 | 85.71 | | 31.11 |
| 42 | 85.71 | | 35.56 |
| 43 | 85.71 | | 35.56 |
| 44 | 95.24 | | 31.11 |
| 45 | 80.95 | | 35.56 |
| 46 | 85.71 | | 31.11 |
| 47 | 95.24 | | 35.56 |
| 48 | 100.00 | | 31.11 |

| | | | |
|-------|--------|--|-------|
| 49 | 100.00 | | 31.11 |
| 50 | | | 35.56 |
| 51 | | | 37.78 |
| 52 | | | 37.78 |
| 53 | | | 35.56 |
| 54 | | | 35.56 |
| 55 | | | 35.56 |
| 56 | | | 37.78 |
| 57 | | | 35.56 |
| 58 | | | 35.56 |
| 59 | | | 42.22 |
| 01:00 | | | 44.44 |
| 01:01 | | | 44.44 |
| 01:02 | | | 44.44 |
| 01:03 | | | 37.78 |
| 01:04 | | | 37.78 |
| 01:05 | | | 44.44 |
| 01:06 | | | 44.44 |
| 01:07 | | | 44.44 |
| 01:08 | | | 60.00 |
| 01:09 | | | 66.67 |
| 01:10 | | | 55.56 |
| 01:11 | | | 53.33 |
| 01:12 | | | 53.33 |
| 01:13 | | | 48.89 |
| 01:14 | | | 60.00 |
| 01:15 | | | 60.00 |
| 01:16 | | | 60.00 |
| 01:17 | | | 66.67 |
| 01:18 | | | 64.44 |
| 01:19 | | | 62.22 |
| 01:20 | | | 77.78 |
| 01:21 | | | 84.44 |
| 01:22 | | | 77.78 |
| 01:23 | | | 84.44 |
| 01:24 | | | 86.67 |
| 01:25 | | | 86.67 |
| 01:26 | | | 93.33 |
| 01:27 | | | 97.78 |
| 01:28 | | | 97.78 |
| 01:29 | | | 97.78 |

Tabla 9. Resumen del procesamiento de los casos

| | Casos | | | | | |
|----------------------------|---------|------------|----------|------------|-------|------------|
| | Válidos | | Perdidos | | Total | |
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Remoción del tratamiento 1 | 32 | 18,6% | 140 | 81,4% | 172 | 100,0% |
| Remoción del tratamiento 2 | 32 | 18,6% | 140 | 81,4% | 172 | 100,0% |
| Remoción del tratamiento 3 | 32 | 18,6% | 140 | 81,4% | 172 | 100,0% |

Tabla 10. Descriptivos

| | | | Estadístico | Error típ. |
|----------------------------|---|-----------------|-------------|------------|
| Remoción del tratamiento 1 | Media | | 46,2803 | 3,36869 |
| | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 39,4098 | |
| | | Límite superior | 53,1508 | |
| | Media recortada al 5% | | 47,1565 | |
| | Mediana | | 50,0000 | |
| | Varianza | | 363,138 | |
| | Desv. típ. | | 19,05618 | |
| | Mínimo | | ,00 | |
| | Máximo | | 71,43 | |
| | Rango | | 71,43 | |
| | Amplitud intercuartil | | 32,14 | |
| | Asimetría | | -,665 | ,414 |
| | Curtosis | | -,341 | ,809 |
| Remoción del tratamiento 2 | Media | | 66,2200 | 6,80306 |
| | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 52,3451 | |
| | | Límite superior | 80,0949 | |
| | Media recortada al 5% | | 68,8820 | |
| | Mediana | | 85,7100 | |
| | Varianza | | 1481,014 | |
| | Desv. típ. | | 38,48395 | |
| | Mínimo | | -19,05 | |
| Máximo | | 100,00 | | |

| | | | | |
|----------------------------|---|-----------------|---------|---------|
| | Rango | | 119,05 | |
| | Amplitud intercuartil | | 57,15 | |
| | Asimetría | | -1,109 | ,414 |
| | Curtosis | | -,323 | ,809 |
| | Media | | 13,5406 | 1,16955 |
| Remoción del tratamiento 3 | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 11,1553 | |
| | | Límite superior | 15,9259 | |
| | Media recortada al 5% | | 13,7182 | |
| | Mediana | | 11,1100 | |
| | Varianza | | 43,771 | |
| | Desv. típ. | | 6,61599 | |
| | Mínimo | | ,00 | |
| | Máximo | | 22,22 | |
| | Rango | | 22,22 | |
| | Amplitud intercuartil | | 6,67 | |
| | Asimetría | | -,191 | ,414 |
| | Curtosis | | -1,015 | ,809 |

Tabla 11. Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Remoción del tratamiento 1 | ,153 | 32 | ,054 | ,929 | 32 | ,037 |
| Remoción del tratamiento 2 | ,274 | 32 | ,000 | ,771 | 32 | ,000 |
| Remoción del tratamiento 3 | ,177 | 32 | ,012 | ,903 | 32 | ,007 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2023*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$; Siguen una distribución normal. Se acepta H_0

Si Pvalue < $\alpha=0.05$; No siguen una distribución normal. Se rechaza H_0

Como el p-value es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución No normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Hipótesis general

H1: Las membranas de nanocelulosa de algodón lograrán reducir en un 80% la concentración de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos.

Ho: Las membranas de nanocelulosa de algodón NO lograrán reducir en un 80% la concentración de gases NOx presentes en vehículos motorizados del distrito Los Olivos.

Para datos no paramétricos independientes se puede determinar la prueba de hipótesis utilizando el test de kruskal-Wallis.

Tabla12. Rangos

| | Grupos de tratamientos | N | Rango promedio |
|--------------------------------------|------------------------|-----|----------------|
| Tratamientos de NOX con nanocelulosa | 1,00 | 50 | 51,76 |
| | 2,00 | 30 | 41,53 |
| | 3,00 | 90 | 118,90 |
| | Total | 170 | |

Tabla 13. Estadísticos de contraste^{a,b}

| | Tratamientos de NOX con nanocelulosa |
|---------------|--------------------------------------|
| Chi-cuadrado | 89,082 |
| gl | 2 |
| Sig. asintót. | ,000 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupos de tratamientos

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$ se acepta la Ho

Si Pvalue < $\alpha=0.05$ Se rechaza Ho

La prueba Kruskal-Wallis indicó que no hay diferencias significativas. Observando la significancia asintótica igual a 0.000, notamos que es menor que 0.05. lo que indica que no hay diferencias significativas entre los grupos del tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

V. DISCUSIÓN

Mediante la caracterización de las membranas de nanocelulosa de algodón elaboradas con Carbopol en relación 1:1, 1.5:1 y 2:1 (gr de nanocelulosa/ gr de carbopol), se evidenció que este polímero permite que tengan incremento de resistencia, dado que para las membranas caracterizadas se obtuvo una tensión de 20.542 MPa para la M-NCA 1 y 25.220 MPa para la M-NCA 2, destacándose además que la resistencia prevalece en presencia de agua, por lo que se deduce que las membranas elaboradas son hidrofóbicas. Sin embargo, en pruebas anteriores de elaboración de membranas se observó que estas tendían a romperse y tener una superficie no uniforme, esto se debió a la aplicación inmediata de calor que se le aplicó a la mezcla nanocelulosa/carbopol/agua, por lo que no se lograba homogenizar y reformar la estructura de la nanocelulosa a fin de lograr una membrana uniforme y resistente, que además cumpliera con la propiedad de porosidad necesaria para la retención de NOx en gases de combustión. Cai et al., (2022) elaboró una nueva membrana de hidrogel autoportante de alginato de sodio y nanofibras de celulosa (NFC) para medir su rendimiento de filtración, donde utilizaron el método de cocción para tratar la solución de alginato de sodio y agregar las NFC en la síntesis, obteniendo una potencial membrana filtrante de excelentes propiedades mecánicas, resistencia y porosidad. En la presente investigación el uso de T° mayor a la T° ambiente no logra rescatar las características físicas necesarias para una potencial membrana filtrante.

La nanocelulosa de algodón influye en que la membrana tenga una estructura flexible y consistente que facilita el filtrado de contaminantes en el aire, de este mismo modo Venturi et al., (2019) investigó la influencia de la L-arginina en una matriz de celulosa nanofibrilada Carboximetilada para la fabricación de membranas eficientes para la separación de CO₂, donde se preparó una suspensión acuosa que fue moldeada como filtro y se evaluaron sus propiedades de permeación en condiciones húmedas, demostrando que la adición de este aminoácido aumenta la permeabilidad al CO₂.

Por otro lado, Alsohaimi et al., (2023) estudió el rendimiento de membranas de ultrafiltración altamente eficiente usando polietersulfona y celulosa microcristalina extraída de residuos de frutas, donde se examinó cómo

influenciaba la aplicación de celulosa microcristalina (CMC) en las propiedades de porosidad, flujo y rendimiento de las membranas, evidenciando que al aplicar hasta un 5% de CMC aumentó dichas propiedades, además de un aumento en la hidrofiliidad. Se emplearon concentraciones de 1, 3 y 5% de celulosa microcristalina lo cual condujo a una mejora en el flujo de filtración del contaminante a tratar, con porcentajes de eliminación de hasta 92%.

En la presente investigación se logró obtener la máxima reducción de concentraciones con la M-NCA 1, obteniendo el 100% la concentración NO_x reducida en un periodo de tiempo de 50 seg; sin embargo, la reducción de concentración más rápida se logró con la M-NCA 2 donde se obtuvo el 95.23% de reducción de concentraciones NO_x transcurridos 30 seg. Xu et al., (2023) utilizó el proceso desnitrificación de gases de combustión mediante un sistema integrado de filtro bioperlocador-reactor anaeróbico utilizando residuos agrícolas como la cáscara de plátano y el bagazo como fuentes de carbono para eliminar NO_x de los gases de combustión, donde se reveló que la eficiencia máxima de eliminación NO_x alcanzó más del 97%, sin embargo descubrieron que el uso de desechos agrícolas generó mayor cantidad de NH₄⁺. El tratamiento de reducción de NO_x mediante fuentes de carbono son de alto costo, y el remplazo por fuentes naturales puede llegar a generar concentraciones perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.

Por otro lado, Jacob y Kumar (2023) en su análisis de nanomaterial de cobre como catalizador de reducción de gases NO_x utilizando hoplita, la cual se compone de óxidos de cobre y manganeso, evidenciaron que con concentraciones iniciales de 1000 y 2000 ppm, las nanopartículas aumentaron los procesos químicos y retardaron el proceso de combustión, reduciendo las cantidades de emisiones de CO, HC y NO_x en un 14.6%, 20.8%, 6.2% y 13.4% respectivamente. En contraste con la presente investigación, el tratamiento efectivo se logró con materiales de bajo costo, logrando obtener porcentajes altos en tiempos cortos, adicionalmente se evidenció que las membranas de nanocelulosa de algodón, también logró reducir las concentraciones de hidrocarburos (logrando reducir de 4000 ppm almacenados en el sistema de tratamiento a 1ppm en el transcurso de 5 min) y CO_x, debido a que el analizador de gases GASBOARD-5020 también medía estas concentraciones.

Entre otros sistemas de tratamiento Zwolińska et al., (2020) utilizó una tecnología híbrida de haz de electrones combinados con depuradores húmedos para la eliminación de altas concentraciones de NO_x y SO₂, donde se probaron cinco soluciones de depuración húmeda después del tratamiento con haz de electrones, descubriendo que el más eficiente fue cuando se adicionó el NaClO₂ en la solución depuradora, alcanzando más del 90% de eliminación de 1500 ppm de NO_x y el 100% de SO₂ en condiciones óptimas. A pesar del gran porcentaje de eficiencia de este tratamiento, tiene diversos inconvenientes como el alto costo de instalación, alto costo de mantenimiento y almacenamiento de amoníaco, además de necesitarse condiciones altas de temperatura para la reducción de NO_x.

Finalmente, de acuerdo a la hipótesis planteada en la presente investigación, se demostró que el uso de membranas de nanocelulosa de algodón logra retener y eliminar concentraciones de NO_x presente en gases de combustión de vehículos motorizados con motor Diesel; así mismo, se plantea como alternativa de filtro para tubos de escape, permitiendo disminuir y mitigar el desprendimiento de gases contaminaste al ambiente.

VI. CONCLUSIONES

- Se elaboraron membranas de nanocelulosa de algodón porosas y resistentes con alta capacidad de reducir la concentración de gases NOx de vehículos motorizados, donde la membrana con mayor eficiencia de reducción tuvo una porosidad de 60% y tensión mayor a 20 MPa.
- Después de 3 tratamientos donde se almacenó inicialmente concentraciones de 28, 45 y 48 ppm se llega a concentraciones finales de reducción de 0 ppm % NOx en la primera muestra , 1 ppm % NOx en la segunda muestra y de 1 ppm % NOx para en la tercera muestra utilizando membranas de nanocelulosa de algodón.
- Se logró porcentajes de reducción de 100%, mayor a 95% y 97% para la M-NCA 1, M-NCA 2 y M-NCA 3 respectivamente.
- El tratamamiento con membranas de nanocelulosa tuvo una eficacia general de 97.64% lo cual logro reducir la concentración de NOx presentes en las muestras.

VII. RECOMENDACIONES

- Reducir la relación de carbopol utilizado, para obtener membranas más flexibles y con una óptima porosidad para la retención de gases NOx.
- Elaborar un sistema de tratamiento hermético para lograr almacenar gases de combustión y puedan ser analizadas las concentraciones evitando fugas.
- Almacenar mayor concentración de gases de combustión para determinar el tiempo de eficiencia de reducción con membranas de nanocelulosa de algodón
- Variar tiempos de toma de muestras y tratamientos para observar si la efectividad se ve alterada, así como Probar distintas concentraciones de reactivos y algodón para la elaboración de las membranas para optimizar su obtención y efectividad.

REFERENCIAS:

Brahim Hotan Alsohaimi, Abdulelah Nashmi Alrashidi, Hassan M.A. Hassan, Qiao Chen,. Highly efficient ultrafiltration membrane performance of PES@microcrystalline cellulose extracted from waste fruits for the removal of BrO₃⁻ from drinking water samples. Colloid and Interface Science Communications [en línea]. 2023, 54, 100718 [consultado el 08 de julio de 2023]. ISSN 2215-0382. Disponible en:

doi:10.1016/j.colcom.2023.100718

BERNAL-BARCIA, Erika C. y Johnny G. RODRÍGUEZ SÁNCHEZ. Un acercamiento de la nueva tecnología en los diferentes sectores de la sociedad. Dominio de las Ciencias [en línea]. 2017, 3(4), 3 [consultado el 10 de octubre de 2023]. ISSN 2477-8818. Disponible en: doi:10.23857/dc.v3i4.666

Cabezas, Andrade y Torres (2018), Introducción a la metodología de investigación científica. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424>

Carchi M. D. (2014). Aprovechamiento de los residuos agrícolas provenientes del cultivo de banano para obtener nano celulosa. Tesis para obtener el grado de ingeniero químico. Universidad de Cuenca. Ecuador. 77pp. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/529>

CRUZ, Dalia. Separación Y captura de CO₂ mediante una membrana zeolitica. Tesis (para obtener el grado de maestra en ciencias ambientales) México: Universidad autónoma Metropolitana,2018 <https://core.ac.uk/download/pdf/322955457.pdf>. Disponible en:

Dai, Z.; Ottesen, V.; Deng, J.; Helberg, R.M.L.; Deng, L. A Brief Review of Nanocellulose Based Hybrid Membranes for CO₂ separation. *Fibers* 2019,7,40. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/fib7050040>

DIGESA. Estudio de saturación de lima metropolitana y callao” (2012). Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf

Escudero, C. Cortez, L. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica, Universidad Tecnica de Machala. (2018). Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>

Fatemeh Gholami, Martin Tomas, Zahra Gholami, Mohammadtaghi Vakili, Technologies for the nitrogen oxides reduction from flue gas: A review, *Science of The Total Environment*, Volume 714,2020,136712,ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136712>.

FERNANDEZ, Ana. Preparación Y Caracterización de membranas planas y de fibras huecas para la separación de CO₂. Tesis (para optar por el grado de doctora) Santander: Universidad de Cantabria, 2018. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/565475/Tesis%20AFB.pdf?sequence=1>

Fujikawa, H; Ariyoshi, M; Selyanchyn, R; and Kunitake, J. Ultra-fast, Selective CO₂ Permeation by Free-standing Siloxane Nanomembranes. *Chemistry Letters* 2019 48:11, 1351-1354. Disponible en: <https://doi.org/10.1246/cl.190558>.

Galan, D. Fernandez, Rosalia. (2006). Implicacion de los NO_x en la química atmosférica. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag41377/2006%202%20david%20galan%20y%20otro.pdf>

Gholami, Fatemeh & Tomas, Martin & Gholami, Zahra & Vakili, Mohammadtaghi. (2020). Technologies for the nitrogen oxides reduction from flue gas: A review. *Science of The Total Environment*.

714. 136712.10.1016/j.scitotenv.2020.136712

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/338615740_Technologies_for_the_nitrogen_oxides_reduction_from_flue_gas_A_review

Hech, F., Lorenzetti, H., Luca, G., Da Silva, A. (2021) Effects of air pollution on health: A mapping review of systematic reviews and meta-analyses, *Environmental Research*, Volume 201,2021,111487, ISSN 0013-9351. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111487>.

Hernández, R. Fernandez,C, Baptista . J . (2014) Metodología de la investigación científica, 6ta edición. México. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hoshino, Y., Gyobu, T., Imamura, K., Hamasaki, A., Honda, R., Horii, R., Yamashita, C., Terayama, Y., Watanabe, T., Aki, S., Liu, Y., Matsuda, J., Miura, Y., & Taniguchi, I. (2021). Assembly of Defect-Free Microgel Nanomembranes for CO₂ Separation. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 13(25), 30030-30038. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acsami.1c06447> X

JACOB, S. y R. KISHORE KUMAR. Analysis of copper nanomaterial as catalyst for reduction of NO_x gases in diesel engine. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. 2023 [consultado el 06 de julio de 2023]. ISSN 2214-7853. Disponible en: doi:10.1016/j.matpr.2023.03.117

LIU, Xufei et al. Photochemical ozone pollution in five Chinese megacities in summer 2018. *Science of The Total Environment* [en línea]. 2021, 801, 149603 [consultado el 15 de mayo de 2023]. ISSN 0048-9697. Disponible en: doi:10.1016/j.scitotenv.2021.149603

López, et al. Nanopartículas, aplicaciones actuales y futuras en la industria alimentaria. Universidad autónoma de Coahuila (2016). Disponible en: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/cc48/Nanoparticulas.pdf>

Mariia Pasichnyk, Petr Stanovsky, Petr Polezhaev, Boleslav Zach, Michal Šyc, Marek Bobák, Johannes C. Jansen, Michal Přebyl, Jason E. Bara, Karel Friess, Jaromír Havlica, Douglas L. Gin, Richard D. Noble, Pavel Izák. Membrane technology for challenging separations: Removal of CO₂, SO₂ and NO_x from flue and waste gases. Separation and Purification Technology [en línea]. 2023, 124436 [consultado el 10 de mayo de 2023]. ISSN 1383-5866. Disponible en: doi:10.1016/j.seppur.2023.124436

Méndez, Juan. Parque automotor y contaminación ambiental en el Centro Histórico de Lima. Tesis (para optar por el título profesional de Licenciado en Antropología) Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6200/Mendez_mj.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Molla, Alejandro. Diseño de un sistema para el control de la contaminación por óxidos de nitrógeno basado en catalizadores de hierro y magnesio. España: Universitat Politècnica de Valencia, 2020. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/171198/Molla%20-%20Diseno%20de%20un%20sistema%20para%20el%20control%20de%20la%20contaminacion%20por%20oxidos%20de%20nitrogeno%20basado%20e....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio del ambiente (MINAM). Efectos de la contaminación del aire. Lima 2019. Disponible en: <https://infoaireperu.minam.gob.pe/efectos-de-la-contaminacion-del-aire/>

Ministerio del ambiente (MINAM). Compendio de la legislación ambiental peruana. Primera edición. Lima 2011. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_05_-_calidad_ambiental_2.pdf

Morales,E; Rodriguez. G; (2020) Estimacion de las emisiones NO_x durante el arranque sobre pendientes de señales PID'S en un Chevrolet Aveo family 1.5 L para la determinación de su influencia en las emisiones contaminantes en la ciudad de Cuenca. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19618/1/UPS-CT008913.pdf>

Peñaloza, A., Rincón, A., Herrera, A., Ojeda, K. (2017). Predicción y análisis de emisiones de mezclas combustibles diésel/ biodiésel modificadas con nanopartículas de alúmina y ácido oleico. *Revista ION*, 30(1). Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revion.v30n1-2017004>

RAMIREZ, Alexis. Membranas compuestas base polimérica: preparación, caracterización y estudios para la separación de gases. Tesis (para optar por el grado de maestro en tecnología de polímeros) Saltillo: Centro de investigación en química aplicada, 2013. Disponible en: <https://ciga.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/51/1/TESIS%20MTP%20ALEXIS%20RAMIREZ%20JAIME.pdf>

Reinie Pui Wong Xiao Jin, Zeinab Abbas Jawad, Peng Chee Tan, Bridgid Lai Fui Chin, Thiam Leng Chew, and Agus Saptoro. (2020). Preparation and characterization of blend cellulose acetate membrane for CO₂/N₂ separation. *J. Phys. Sci.*, 31(2), 15–31. Disponible en: <https://doi.org/10.21315/jps2020.31.2.2>

Roman Selyanchyn & Shigenori Fujikawa (2017) Membrane thinning for efficient CO₂ capture, *Science and Technology of Advanced Materials*, 18:1, 816-827. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14686996.2017.1386531>

Rong Cai, Yueyun Zhou, Jiawei Hu, Jiawei Lu, Xiaokun Fan, Ying Chen, Meng Ding, Jingjing Rong, Wenyong Liu, Yi Chen, A novel sodium alginate/cellulose nanofiber self-supported hydrogel membrane and its filtration performance. *Journal of Water Process Engineering* [en línea]. 2022, **50**, 103303 [consultado el 2 de julio 2023]. ISSN 2214-7144. Disponible en: doi:10.1016/j.jwpe.2022.103303

RUIZ, Karla. Optimización del proceso de etanosolv para la obtención de celulosa biomásica y valoración de diferentes rutas de acetilación del material. Tesis (para obtener el grado de Doctor en Ciencias Y Tecnología ambiental) México: Centro de investigación en materiales avanzados, S.C. Posgrado, 2018. Disponible en: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/2243/1/Tesis%20Karla%20Ruiz%20CUILTY.pdf>

SARFRAZ, Muhammad y M. BA-SHAMMAKH. Water-stable ZIF-300/Ultrason® mixed-matrix membranes for selective CO₂ capture from humid post combustion flue gas. Chinese Journal of Chemical Engineering [en línea]. 2018, **26**(5), 1012–1021 [consultado el 10 de mayo de 2023]. ISSN 1004-9541. Disponible en: doi:10.1016/j.cjche.2017.11.007

Senace, Límite máximo permisible (2016). Disponible en: <https://infoaireperu.minam.gob.pe/limite-maximo-permisible-imp/>

Toledo, N. Población y muestra. (2019). Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>

Yuni, J. Urbano, C. Técnicas Para investigar. 2014. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%C3%A9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>

Venturi, David, Alexander Chrysanthou , Benjamin Dhuiège , Karim Missoum ,Marco Giacinti Baschetti. Arginine/Nanocellulose Membranes for Carbon Capture Applications. Nanomaterials [en línea]. 2019, 9(6), 877 [consultado el 06 de julio de 2023]. ISSN 2079-4991. Disponible en: doi:10.3390/nano9060877

Vidales, H. Métodos de extracción de nano celulosa a partir de residuos de Agave spp, Tesis (para obtener el título de técnico superior en química aérea biotecnología) Mexico, 2018. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/106081/Tesis+M%C3%A9todos+de+extracci%C3%B3n+de+nanocelulosa+a+partir+de+residuos+de+Agave.pdf?sequence=1>

Xinyue Xu, Yanling Wang, Pengfei Chen, Tianyu Zhao, Zerui Gong, Baixiang Wang, Shaobin Huang. Removal of NO_x from flue gas using different agricultural wastes as carbon sources: Performance and microbial communities. Journal of Environmental Chemical Engineering [en línea]. 2023, 109804 [consultado el 06 de julio de 2023]. ISSN 2213-3437. Disponible en: doi:10.1016/j.jece.2023.109804

Zhi, Xu; Qiankun, Zheng; Shoufei Wang, Zhicheng Zhang, Zhengkun Liu, Guangru Zhang, Wanqin Jin, Fabrication of molten nitrate/nitrite dual-phase four-channel hollow fiber membranes for nitrogen oxides separation, Journal of

Membrane Science, Volume 635, 2021, 119506, ISSN 0376-7388. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2021.119506>.

Zhongde, Dai & Ottesen, Vegar & Deng, Jing & Helberg, Ragne & Deng, Liyuan. (2019). A Brief Review of Nanocellulose Based Hybrid Membranes for CO₂ Separation. *Fibers*. 7. 40. 10.3390/fib7050040.

https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-CO-2-separation-performances-of-different-nanocellulose-based-hybrid_tbl2_332875796

Zurita-Cruz, Jessie Nallely, Márquez-González, Horacio, Miranda-Novales, Guadalupe, & Villasís-Keever, Miguel Ángel. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. *Revista alergia México*, 65(2), 178-186. Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i2.376>

Zwolińska, Ewa, Yongxia Sun, Andrzej G. Chmielewski, Andrzej Pawelec, Sylwester Bułka. Removal of high concentrations of NO_x and SO₂ from diesel off-gases using a hybrid electron beam technology. *Energy Reports* [en línea]. 2020, 6, 952–964 [consultado el 06 de julio de 2023]. ISSN 2352-4847. Disponible en: doi:10.1016/j.egy.2020.04.008

ANEXOS

ANEXO 2: VARIABLES DE OPERACIONALIZACION

| VARIABLE INDEPENDIENTE | | | | Origen Pureza diámetro Porosidad | Razón mm % |
|--|--|---|--------------------------------------|---|-------------------|
| APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANOCELULOSA | Es un tipo de nanomaterial que está compuesto por biopolímero de celulosa, es un material muy versátil, resistente, biodegradable, y baja toxicidad por lo que es muy fácil modificar químicamente, (Zhongde et al., 2019) | Para saber la eficiencia que tendrá la nano celulosa en la reducción de la concentración de gases NOx, se realizarán membranas de nano celulosa, midiéndose al inicio y al final del tratamiento. | Obtención de la nano celulosa | Volumen Compresión Flexión Tensión | m3 % % % |
| | | | Eficiencia por tiempo de tratamiento | Rendimiento | % |

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA |
|---|--|--|---|--|---------------------|
| VARIABLE DEPENDIENTE | <p>Son un grupo de gases reactivos como el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), Estos son generados por fuentes naturales y fuentes causadas por el hombre, siendo el parque automotor el principal causante de este contaminante. (Fernández, 2020)</p> | <p>La reducción de concentración de NO_x está determinada por la concentración inicial y final de su porcentaje</p> <p>La eficiencia se dará de acuerdo al tiempo de aplicación del tratamiento con membrana, constará de 3 repeticiones por cada muestra.</p> | Concentraciones de los NO _x presentes en muestra | Porcentaje de concentración Inicial / Final de NO _x | Razón Ppm Ppm |
| REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE NO _x | | | Eficiencia de reducción de Gases NO _x % | Eficiencia del tratamiento de acuerdo al tiempo de aplicación | % Razón |

ANEXO 3: Ficha 1

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

| FICHA 1 | | | |
|-----------------------------------|--|-------------|-------------------------|
| RECOLECCIÓN DE MUESTRAS INICIALES | | | |
| Título de la investigación | APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANO CELULOSA PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GASES NOx EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - 2022 | | |
| Línea de investigación | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | | |
| Responsable | Roque Bendezú, Rexon Andy Silva Azañero, Karolay Paola | | |
| Asesor | Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo | | |
| Ubicación | Fecha de recolección | Coordenadas | Volumen de muestra (m3) |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ANEXO 4: Ficha 2

| FICHA 2 | | | | | | | |
|---|--|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------|------------|
| CARACTERIZACION DE LA MEMBRANA DE NANO CELULOSA | | | | | | | |
| Título de la investigación | APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANO CELULOSA PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GASES NOx EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - 2022 | | | | | | |
| Línea de investigación | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | | | | | | |
| Responsable | Roque Bendezú, Rexon Andy Silva Azañero, Karolay Paola | | | | | | |
| Asesor | Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo | | | | | | |
| Membrana Nano Celulosa | Origen | Volumen (m3) | Porosidad (%) | Espesor (mm) | Compresión (%) | Tensión (%) | Pureza (%) |
| Mnc1 | | | | | | | |
| Mnc2 | | | | | | | |
| Mnc3 | | | | | | | |
| Mnc4 | | | | | | | |
| Mnc5 | | | | | | | |

| FICHA 3 | | | | |
|---|--|------------------|---------------------------------|--|
| ANÁLISIS INICIAL DE LA CONCENTRACION DE GASES NO _x | | | | |
| Título de la investigación | APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANO CELULOSA PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GASES NO _x EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - 2022 | | | |
| Línea de investigación | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | | | |
| Responsable | Roque Bendezú, Rexon Andy Silva Azañero, Karolay Paola | | | |
| Asesor | Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo | | | |
| Muestra | Volumen de muestra (m ³) | Temperatura (°C) | Densidad (g / cm ³) | Concentración Inicial % De NO _x (ppm) |
| Muestra 1 | | | | |
| Muestra 2 | | | | |
| Muestra 3 | | | | |

ANEXO 6: Ficha 4

| FICHA 4 | | | | | |
|---|--|--|------------|---|-----------------------------------|
| TRATAMIENTO PARA REDUCCION DE NO _x CON MEMBRANA DE NANO CELULOSA | | | | | |
| Título de la investigación | APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANO CELULOSA PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GASES NO _x EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - 2022 | | | | |
| Línea de investigación | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | | | | |
| Responsable | Roque Bendezú, Rexon Andy Silva Azañero, Karolay Paola | | | | |
| Asesor | Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo | | | | |
| Muestra | Repeticiones | Fecha De Inicio de Tratamiento (Dia/Mes/Año) | | Tiempo De Tratamiento con membra de nano celulosa | Porcentaje de Reducción (%) (ppm) |
| | | Hora Inicial | Hora Final | | |
| Muestra 1 | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| Muestra 2 | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| Muestra 3 | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |

ANEXO 7: Ficha 5

| FICHA 5 | | | | | |
|---|--|-------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|
| ANALISIS FINAL DE LA CONCENTRACION DE GASES NOx | | | | | |
| Título de la investigación | APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANO CELULOSA PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GASES NOx EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - 2022 | | | | |
| Línea de investigación | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | | | | |
| Responsable | Roque Bendezú, Rexon Andy Silva Azañero, Karolay Paola | | | | |
| Asesor | Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo | | | | |
| Muestra | Repeticiones | Volumen de muestra (m3) | Temperatura (°C) | Densidad (g / cm3) | Concentración Final % De NOx (ppm) |
| Muestra 1 | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| Muestra 2 | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| Muestra 3 | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |

ANEXO 8: Ficha 6

| FICHA 6 | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|--------|
| COMPARACION DE RESULTADOS | | | |
| Título de la investigación | APLICACIÓN DE MEMBRANA DE NANO CELULOSA PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GASES NOx EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - 2022 | | |
| Línea de investigación | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | | |
| Responsable | Roque Bendezú, Rexon Andy Silva Azañero, Karolay Paola | | |
| Asesor | Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo | | |
| Muestra | Concentración Inicial (%) (ppm) | Concentración Final (%) (ppm) | Tiempo |
| Muestra 1 | | | |
| Muestra 2 | | | |
| Muestra 3 | | | |

ANEXO 9: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1 - Recolección de muestras iniciales
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

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. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 88447338
 CIP: 89772

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Lima, 01 de agosto del 2023

I. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2 - Análisis inicial de concentración de gases NOx
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

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. JO. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 8847338
 CIP: 80738

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 01 de agosto del 2023

V. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 3 - Caracterización de la membrana de nano celulosa
 1.15. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

VI. 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 | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|----|
| SI |
| |

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|------------|
| 90% |
|------------|



Dr. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
CNE 8847708
C.P. 89772

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.18. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 4 – Tratamiento para reducción de NOx Con membrana de nano celulosa
 1.20. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

X. 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 | | |

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|----|
| SI |
| |

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 90% |
|-----|



Dr. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI 8847108
CIP. 89772

Lima, 01 de agosto del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 1.21. Apellidos y Nombres: Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.22. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
- 1.23. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
- 1.24. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 5 – Análisis final de concentración de gases NOx
- 1.25. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rexon Andy

XIV. 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 | | |

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|----|
| SI |
| |



Dr. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI: 8847208
CIP: 88772

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 01 de agosto del 2023

VALIDACION DE INSTRUMENTO
XVII. DATOS GENERALES

- 1.26. Apellidos y Nombres: Dr Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.27. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.28. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
 1.29. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 6 – Comparación de resultados
 1.30. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rexon Andy

XVIII. 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 | | |

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|----|
| SI |
| |


 Dr. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 CNE 5848708
 CIP 89772

XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|------|
| 90\$ |
|------|

Lima, 01 de agosto del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y gestión de recursos naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1 - Recolección de muestras iniciales
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Roque Banderú Rixon Andy

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, 24 de noviembre del 2022



Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

I. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 1.7. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2 - Análisis inicial de concentración de gases NOx
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rexon Andy

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, 24 de noviembre del 2022



Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
V. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 1.12. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 3 - Caracterización de la membrana de nano celulosa
 1.15. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

VI. 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 | | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022



Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasabar
 1.17. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.18. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 4 – Tratamiento para reducción de NOx Con membrana de nano celulosa
 1.20. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

X. 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 | | | |

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022


 Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO



XIII. DATOS GENERALES

- 1.21. Apellidos y Nombres: Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
- 1.22. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.23. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.24. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 5 – Análisis final de concentración de gases NOx
- 1.25. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rexon Andy

XIV. 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 | | | |

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022

Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
XVII. DATOS GENERALES

- 1.26. Apellidos y Nombres: Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 1.27. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.28. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.29. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 6 – Comparación de resultados
 1.30. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

XVIII. 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 | | | |

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |

XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 85% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022



Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1 - Recolección de muestras iniciales
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

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

90%

Lima, 24 de noviembre del 2022

I. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2 - Análisis inicial de concentración de gases NOx
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezu Rixon Andy

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

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022

V. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 3 - Caracterización de la membrana de nano celulosa
 1.15. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rexon Andy

VI. 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 | Tomar 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 | | |

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |


VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.18. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 4 – Tratamiento para reducción de NOx Con membrana de nano celulosa
 1.20. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendeziú Rexon Andy

X. 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 | | |

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |



XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Lima, 24 de noviembre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 1.21. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
 1.22. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
 1.23. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
 1.24. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 5 – Análisis final de concentración de gases NOx
 1.25. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezu Rexon Andy

XIV. 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 | | |

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |



XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XVII. DATOS GENERALES

- 1.26. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.27. Cargo e institución donde labora: Docente Asociado de la Universidad César Vallejo
- 1.28. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos
- 1.29. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 6 – Comparación de resultados
- 1.30. Autor(A) de Instrumento: Roque Bendezú Rixon Andy

XVIII. 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 | | |

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

| |
|---|
| X |
| |



XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN

| |
|-----|
| 90% |
|-----|

Lima, 24 de noviembre del 2022

INFORME DE ENSAYO N°: IE-300-0020-07.07.2023

I. DATOS DEL SERVICIO

Nombres y Apellidos: REXON ANDY ROQUE BENDEZU / KAROLAY SILVA
DNI : 73814804
Dirección : Urb Filadelfia Mz I Lt 13, SMP, LIMA, PERU
Asunto : Análisis de Gases y caracterización de NC
Muestreado por : REXON ANDY ROQUE BENDEZU
Fecha de emisión del informe: 07-07-2023

II. DATOS DE ITEMS DEL ENSAYO

Producto : Análisis de Gases y caracterización de NC
Número de muestras : 9
Fecha de recep. de muestra: 24-05-2023
Periodo de ensayo : Del 24-05-2023 al 29-06-2023

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

| Tipo de Análisis | Norma de referencia |
|---------------------------------|--|
| NOx | Fuente de infrarrojos pulsable y el método de infrarrojos de no dispersión (NDIR) de dos haces de una sola fuente. (Norma GB 18285, Norma internacional ISO 3930 u OIML R99 Clase I y normas Clase 0) |
| Temperatura | Termohigrómetro |
| Caracterización de Nanocelulosa | Digital Display Electronic Universal Testing Machine |

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADO DE ANALISIS DE NO_x:

Temperatura: 28 °C para todos los tratamientos.

| Tiempo (minuto:segundo) | NO _x (ppm/vol) | | |
|----------------------------|---------------------------|-----|-----|
| | NC1 | NC2 | NC3 |
| 0 | 21 | 21 | 45 |
| 1 | 18 | 23 | 43 |
| 2 | 12 | 25 | 43 |
| 3 | 15 | 21 | 43 |
| 4 | 15 | 21 | 43 |
| 5 | 12 | 18 | 43 |
| 6 | 14 | 17 | 42 |
| 7 | 15 | 14 | 40 |
| 8 | 18 | 10 | 42 |
| 9 | 18 | 9 | 40 |
| 10 | 10 | 6 | 40 |
| 11 | 12 | 4 | 40 |
| 12 | 12 | 4 | 40 |
| 13 | 11 | 3 | 40 |
| 14 | 15 | 1 | 40 |
| 15 | 9 | 3 | 40 |
| 16 | 12 | 3 | 40 |
| 17 | 13 | 6 | 39 |
| 18 | 9 | 3 | 37 |
| 19 | 7 | 3 | 37 |
| 20 | 8 | 1 | 37 |
| 21 | 10 | 1 | 35 |
| 22 | 9 | 3 | 37 |
| 23 | 7 | 1 | 37 |
| 24 | 6 | 1 | 37 |
| 25 | 7 | 1 | 37 |
| 26 | 8 | 1 | 35 |
| 27 | 6 | 1 | 35 |
| 28 | 7 | 1 | 35 |
| 29 | 9 | 1 | 35 |
| 30 | 7 | | 35 |
| 31 | 9 | | 35 |
| 32 | 7 | | 34 |
| 33 | 6 | | 34 |
| 34 | 7 | | 34 |

| | | | |
|-------|---|--|----|
| 35 | 4 | | 34 |
| 36 | 4 | | 34 |
| 37 | 6 | | 32 |
| 38 | 6 | | 32 |
| 39 | 4 | | 32 |
| 40 | 4 | | 32 |
| 41 | 3 | | 31 |
| 42 | 3 | | 29 |
| 43 | 3 | | 29 |
| 44 | 1 | | 31 |
| 45 | 4 | | 29 |
| 46 | 3 | | 31 |
| 47 | 1 | | 29 |
| 48 | 0 | | 31 |
| 49 | 0 | | 31 |
| 50 | | | 29 |
| 51 | | | 28 |
| 52 | | | 28 |
| 53 | | | 29 |
| 54 | | | 29 |
| 55 | | | 29 |
| 56 | | | 28 |
| 57 | | | 29 |
| 58 | | | 29 |
| 59 | | | 26 |
| 01:00 | | | 25 |
| 01:01 | | | 25 |
| 01:02 | | | 25 |
| 01:03 | | | 28 |
| 01:04 | | | 28 |
| 01:05 | | | 25 |
| 01:06 | | | 25 |
| 01:07 | | | 25 |
| 01:08 | | | 18 |
| 01:09 | | | 15 |
| 01:10 | | | 20 |
| 01:11 | | | 21 |
| 01:12 | | | 21 |
| 01:13 | | | 23 |
| 01:14 | | | 18 |
| 01:15 | | | 18 |
| 01:16 | | | 18 |

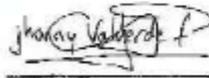
| | | | |
|-------|--|--|----|
| 01:17 | | | 15 |
| 01:18 | | | 16 |
| 01:19 | | | 17 |
| 01:20 | | | 10 |
| 01:21 | | | 7 |
| 01:22 | | | 10 |
| 01:23 | | | 7 |
| 01:24 | | | 6 |
| 01:25 | | | 6 |
| 01:26 | | | 3 |
| 01:27 | | | 1 |
| 01:28 | | | 1 |
| 01:29 | | | 1 |

4.2. RESULTADO DE CARACTERIZACION DE NANOCELULOSA:

| Unidades | Volumen (mm ³) | Espesor (mm) | Densidad (g/ mm ³) | Porosidad (%) | Superficie especifica (mm ² /g) | Tensión (MPa) | Porcentaje de elongación (%) |
|----------|----------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|--|---------------|------------------------------|
| M1 | 48.2534 | 6 | 0.0359 | 61.27 | 4.6487 | 20.542 | 2.980 |
| M2 | 42.7637 | 5 | 0.0456 | 20.00 | 4.3860 | 25.220 | 2.140 |

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.


JOHNNY W. VALVERDE FLORES
 ING. QUIMICO
 R. C.P. 75062

--- FIN DEL DOCUMENTO ---

"El uso indebido de este informe de ensayo constituye un delito sancionado conforme a la Ley, por la autoridad competente".