



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para
reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de
barrera dieléctrica, Huachipa - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Olivera Cahuana, Jorge Adrian ([ORCID 0000-0002-5517-955X](#))

Sanchez Mayanga, Jeimy Dorothy ([ORCID 0000-0001-9458-7452](#))

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales ([ORCID: 0000-0003-1504-2089](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mi familia, porque siempre me brindaron su apoyo y amor incondicional, para ser la persona que soy ahora en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye este. Nunca me dejaron solo, siempre he contado con ustedes y le doy gracias a Dios por haberme dado una familia tan maravillosa como lo son ustedes para mí.

Jorge Adrian Olivera Cahuana

Dedico con todo mi amor y cariño a mi madre por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor. A mi abuelo por brindarme su apoyo incondicional, para ser la persona que soy ahora en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye este. Nunca me dejaron sola, siempre he contado con ustedes y le doy gracias a Dios por haberme dado una familia tan maravillosa como lo son ustedes para mí.

Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme fortaleza y sabiduría, a mis padres y familiares por todo el apoyo en su momento, al Mg. Ahuber Omar Vásquez Aranda, por brindarme sus conocimientos respectivos en el desarrollo de mi tesis, en especial a mi Asesor Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro, por su tiempo y apoyo respectivo. A mi papa Jorge Olvera Ylla y a mis tíos, Jose Arturo Olivera Ylla y Carlos Alberto Olivera Ylla, por su apoyo incondicional en todo.

Jorge Adrian Olivera Cahuana

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión que eh tomado, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis, que es tanto mía como suya. Gracias a todos mis seres queridos que siempre estuvieron ahí para mí, cuando los he necesitado; gracias por creer siempre en mí.

Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga,

Índice de Contenido

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras | viii |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 22 |
| 3.1. Tipo y diseño de la investigación | 22 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 22 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 23 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 3.5. Procedimientos | 25 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 31 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 32 |
| IV. RESULTADOS..... | 33 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 79 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 80 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 81 |
| ANEXOS | 91 |
| Anexo 1: Operacionalización de variables | 91 |
| Anexo 2: Matriz de consistencia | 92 |
| Anexo 3: Ficha de instrumentos de recolección de datos | 93 |
| Anexo 4: Validación de instrumentos por los 3 expertos | 97 |
| Anexo 5: Diseño del Reactor de Plasma de Barrera Dieléctrica (DBD) | 109 |
| Anexo 6: Fotos de evidencia | 112 |
| Anexo 7: Certificados de Análisis del agua de lavado de compactadores..... | 115 |
| Anexo 8: Prueba de originalidad -Turnitrin..... | 119 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Promedio de validación de instrumentos..... | 24 |
| Tabla 2. Diseño Experimental | 31 |
| Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos de la muestra control del agua de lavado de compactadores..... | 33 |
| Tabla 4. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales de la muestra control..... | 34 |
| Tabla 5. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno inicial..... | 35 |
| Tabla 6. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 15 minutos..... | 36 |
| Tabla 7. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 15 minutos..... | 37 |
| Tabla 8. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 15 minutos | 38 |
| Tabla 9. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 30 minutos..... | 39 |
| Tabla 10. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 30 minutos. | 40 |
| Tabla 11. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 30 minutos. | 41 |
| Tabla 12. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de muestra final después del tratamiento de 45 minutos..... | 42 |
| Tabla 13. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 45 minutos. | 43 |
| Tabla 14. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 45 minutos. | 44 |
| Tabla 15. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 60 minutos..... | 45 |
| Tabla 16. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 60 minutos. | 46 |
| Tabla 17. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 60 minutos. | 47 |

| | |
|--|----|
| Tabla 18. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 75 minutos..... | 48 |
| Tabla 19. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 75 minutos. | 49 |
| Tabla 20. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 75 minutos. | 50 |
| Tabla 21. Resultados de los parámetros fisicoquímico de la muestra final después del tratamiento de 90 minutos..... | 51 |
| Tabla 22. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 90 minutos. | 52 |
| Tabla 23. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 90 minutos. | 53 |
| Tabla 24. Resultados de los parámetros fisicoquímicos muestras finales después del tratamiento de 105 minutos..... | 54 |
| Tabla 25. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 105 minutos. | 55 |
| Tabla 26. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 105 minutos. | 56 |
| Tabla 27. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 120 minutos. | 57 |
| Tabla 28. Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 120 minutos. | 58 |
| Tabla 29. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 120 minutos. | 59 |
| Tabla 30. Parámetros iniciales y después del y tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica | 60 |
| Tabla 31. Relación entre el tiempo y pH antes y después del tratamiento | 61 |
| Tabla 32. Relación entre el tiempo y OD antes y después del tratamiento | 62 |
| Tabla 33. Relación entre el tiempo y DQO antes y después del tratamiento ... | 63 |
| Tabla 34. Relación entre el tiempo y DBO antes y después del tratamiento.... | 64 |
| Tabla 35. Prueba de reducción del DQO- DBO..... | 65 |
| Tabla 36. Prueba de normalidad de Turbidez, Solidos Disueltos, Solidos Suspendidos Totales y Solidos Totales..... | 66 |
| Tabla 37. Correlación no paramétrica de turbidez, SST, TDS, ST | 67 |

| | |
|--|----|
| Tabla 38. Prueba de normalidad de OD, DQO, DBO | 68 |
| Tabla 39. Correlación no paramétrica | 69 |
| Tabla 40. Prueba de normalidad del pH..... | 70 |
| Tabla 41. Relación de Pearson para pH | 71 |
| Tabla 42. Prueba de normalidad potencial redox | 72 |
| Tabla 43. Correlación de Spearman..... | 72 |
| Tabla 44. Prueba de normalidad conductividad eléctrica | 73 |
| Tabla 45. Correlación paramétrica Pearson | 74 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Flujograma del Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica | 25 |
| Figura 2. Ubicación de la zona de estudio | 26 |
| Figura 3. Foto de toma de muestra de agua de lavado de compactadores | 26 |
| Figura 4. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra control del agua de lavado compactadores | 33 |
| Figura 5. Resultados iniciales de Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales de la muestra control..... | 34 |
| Figura 6. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno de la muestra control..... | 35 |
| Figura 7. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 15 minutos..... | 36 |
| Figura 8. Resultados de los Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 15 minutos..... | 37 |
| Figura 9. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 15 minutos. | 38 |
| Figura 10. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de las muestras finales del tratamiento de 30 minutos. | 39 |
| Figura 11. Resultados finales de los Solidos totales, Solidos disueltos y Solidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 30 minutos. | 40 |
| Figura 12. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 30 minutos. | 41 |
| Figura 13. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 45 minutos..... | 42 |
| Figura 14. Resultados finales de los Solidos totales, Solidos disueltos y Solidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 45 minutos. | 43 |
| Figura 15. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 45 minutos. | 44 |
| Figura 16. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 60 minutos..... | 45 |
| Figura 17. Resultados finales de los Solidos totales, Solidos disueltos y Solidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 60 minutos. | 46 |

| | |
|--|----|
| Figura 18. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 60 minutos..... | 47 |
| Figura 19. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 75 minutos..... | 48 |
| Figura 20. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendedos Totales después del tratamiento de 75 minutos. | 49 |
| Figura 21. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 75 minutos..... | 50 |
| Figura 22. Resultados de los parámetros fisicoquímico de la muestra final del tratamiento de 90 minutos..... | 51 |
| Figura 23. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendedos Totales después del tratamiento de 90 minutos. | 52 |
| Figura 24. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 90 minutos..... | 53 |
| Figura 25. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 105 minutos..... | 54 |
| Figura 26. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendedos Totales después del tratamiento de 90 minutos. | 55 |
| Figura 27. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 90 minutos..... | 56 |
| Figura 28. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 120 minutos..... | 57 |
| Figura 29. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendedos Totales después del tratamiento de 120 minutos. | 58 |
| Figura 30. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 120 minutos..... | 59 |
| Figura 31. Relación entre el tiempo y el pH antes y después del tratamiento .. | 61 |
| Figura 32. Relación entre el tiempo y el OD antes y después del tratamiento . | 62 |
| Figura 33. Relación entre el tiempo y DQO antes y después del tratamiento .. | 63 |
| Figura 34. Relación entre el tiempo y el DBO antes y después del tratamiento | 64 |
| Figura 35. Reducción obtenida del DQO y DBO después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica. | 65 |

RESUMEN

La intrusión de cantidades anormales de materia orgánica en el agua provocado por el vertido de aguas residuales, genera procesos de eutrofización en donde existe una proliferación de especies descomponedores, haciendo notable el aumento del consumo de oxígeno, poniendo en peligro especies y ecosistemas acuáticos. De esta manera, esta investigación se centró en la reducción de materia orgánica en aguas residuales de lavado de vehículos compactadoras aplicando plasma no térmico generado por una descarga de barrera dieléctrica. Para la reducción de materia orgánica se diseñó un sistema eléctrico de alto voltaje para la generación de plasma no térmico, y se realizó análisis de los parámetros fisicoquímicos (pH, CE, ORP, Turbidez, ST, TDS, SST) y biológicos (OD, DQO, DBO5), antes y después de la aplicación del reactor de plasma de barrera dieléctrica para obtener el porcentaje de reducción de materia orgánica. Los resultados mostraron un porcentaje de reducción de DQO y DBO de un 42.16% y 46.12% respectivamente luego del tratamiento de 120 min, y una mejoría en el oxígeno disuelto (OD) llegando a un valor de 5.54 mgO₂/L. Finalmente, la investigación confirmó que el tratamiento con plasma de descarga de barrera dieléctrica puede mejorar la calidad de las aguas residuales y darle un reúso ya sea para riego o para otros tipos de actividades según lo establezca las normativas correspondientes.

Palabras clave: tratamiento de aguas residuales, descarga de barrera dieléctrica, plasma no térmico, demanda química de oxígeno, materia orgánica.

ABSTRACT

The intrusion of abnormal amounts of organic matter into the water caused by the discharge of wastewater, generates eutrophication processes where there is a proliferation of decomposing species, making the increase in oxygen consumption notable, endangering aquatic species and ecosystems. In this way, this research focused on the reduction of organic matter in wastewater from washing compactor vehicles by applying non-thermal plasma generated by a dielectric barrier discharge. For the reduction of organic matter, a high voltage electrical system was designed for the generation of non-thermal plasma, and analysis of the physicochemical parameters (pH, EC, ORP, Turbidity, ST, TDS, SST) and biological parameters (OD, COD, BOD₅), before and after the application of the dielectric barrier plasma reactor to obtain the percentage of reduction of organic matter. The results showed a percentage of COD and BOD reduction of 42.16% and 46.12% respectively after the 120 min treatment, and an improvement in dissolved oxygen (DO) reaching a value of 5.54 mgO₂ / L. Finally, the research confirmed that dielectric barrier discharge plasma treatment can improve the quality of wastewater and reuse it for irrigation or other types of activities as established by the corresponding regulations.

Keywords: wastewater treatment, dielectric barrier discharge, non-thermal plasma, chemical oxygen demand, organic matter.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los tratamientos de aguas residuales son tomados como desafíos que se interponen en la meta de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, en las últimas décadas los efluentes líquidos domésticos e industriales desembocan en ríos, lagunas y mares, sin ningún tipo de tratamiento, debido a esto, diversos países han optado por la construcción de plantas de tratamientos de aguas residuales pero no todas estas plantas funcionan de manera correcta, ya sea por una sobre extensión que hace ineficiente el tratamiento, o tecnologías empleadas que no se acomodan al clima en el que se encuentran las instalaciones y así ciertos problemas recurrentes se van experimentando tanto en temas de eficiencia, estructura y en aspectos económicos.

Según Gonzales, Larios y Morales (2015) indica que el 80% de la población latinoamericana carecen de saneamiento de agua, esto quiere decir las aguas residuales, en un 70% no son tratadas y que son directamente vertidas a cuerpos de aguas. Sumado a esto, los países ricos aplican tratamiento a el 68% aproximadamente de aguas residuales urbanas e industriales y dicha proporción es del 38% para los países en rentas medio-altas y por último el 28% para rentas medias-bajas. Por otro lado, los países pobres sólo aplican tratamiento al 8% de sus aguas residuales; esto quiere decir que en el mundo el 80% del total de las aguas residuales se vierten sin ser tener ningún tipo de tratamiento (UNESCO, 2017, p. 3).

En diversas partes del Perú carecen de agua potable debido a la falta de infraestructuras y altos costo de insumos para la purificación de las aguas, asimismo, el proceso de tratamiento dependerá de la fuente de abastecimiento, por lo cual, tendrá que cumplir con los estándares requeridos para el consumo humano.

En Lima, los tratamientos de agua, se realizan en base a instrumentos de análisis fisicoquímicos; haciendo usos de reactivos químicos como es el Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ o las Sales de Hierro (Fe). por lo que presentan resultados óptimos en la eliminación de contaminantes, sin embargo, la OMS

(2012) ha demostrado que es peligro para la salud humana si son ingeridos en altas concentraciones, provocando enfermedades como el Alzheimer, problemas respiratorios como alteración del tórax y pulmones.

El uso del plasma para la descontaminación del agua, es una tecnología nueva que está revolucionando los métodos tradicionales de tratamiento, se han observado ventajas y desventajas dentro de su aplicación, dependiendo el sistema experimental y de las características de la exposición del plasma. Sin embargo, la exposición de algunas sustancias líquidas con un plasma genera reacciones químicas de las muestras tratadas, esto quiere decir que los plasma son gases parciales o ionizados que son electrones, iones y radicales libres (Alarcón, Gadea y Cañete, 2019).

Existen una amplia variedad de sistemas para generar plasma, pero las principales son las térmicas y no térmicas. El plasma término consiste en descargas de arco, antorchas o radiofrecuencias que mayormente se asocia con una energía introducida para que los componentes del plasma este en equilibrio térmico, mientras que el plasma no término puede ser generado por una descarga de corona, descarga de barrera dieléctrica o descarga de arco deslizante, estos se caracterizan por generar un desequilibrio térmico, en donde sus electrones poseen una temperatura mayor que otras partículas pesadas.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se planteó como **problema general:** ¿Cómo el reactor de plasma de barrera dieléctrica influye en el tratamiento de agua de lavado de compactadores para reducir la materia orgánica, Huachipa - 2021?, como los **problemas específicos fueron:** ¿Cuáles serán los parámetros fisicoquímicos afectados del agua de lavado de compactadores antes y después del tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica? y ¿Cuál será la eficiencia de reducción de la materia orgánica del agua de lavado de compactadores después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica?

Esta investigación tiene como justificación a nivel ambiental, económico y social. En lo que respecta a **nivel ambiental**, hoy en día una de las principales amenazas al recurso hídrico, son las aguas residuales de origen doméstico e

industriales que son vertidas directamente a receptores de agua, lo cual genera un gran impacto ambiental, afectando principalmente al ecosistema acuático ya que estas aguas mayormente contienen aceites y grasas, detergentes entre otros componentes. Es por que esta investigación planteo utilizar un reactor de plasma de barrera dieléctrica que permitirá mejorar de manera importante este tipo efectos, por ende, esta investigación tiene como motivación, reaprovechar esta agua para cualquier tipo de uso. A **nivel económico**, el tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica, proporciona una alternativa alcanzable para la sociedad, por lo que cual permite mejorar la calidad de esta agua que pueden reutilizadas en diferentes actividades, dando así un valor económico y generando un bienestar a la población. Y a **nivel social**, los resultados obtenidos después del tratamiento pueden ser beneficioso para la población dando oportunidad de mejora y aprovechar de buena manera este elemental recurso; de esta forma, la reutilización del agua tratada dará paso a la mejora de condiciones de vida de los pobladores.

El trabajo de investigación tuvo como **objetivo general**, evaluar el tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa – 2021, asimismo se planteó como **objetivos específico**, determinar que parámetros fisicoquímicos son afectados en el tratamiento de agua de lavado de compactadores antes y después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica y determinar la eficiencia de reducción de la materia orgánica en el tratamiento de agua de lavado de compactadores después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

Para finalizar, esta investigación tiene como **hipótesis general**: al utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica para el tratamiento de agua de lavados de compactadores permitirá reducir la materia orgánica, Huachipa – 2021; asimismo las hipótesis específicas: el reactor de plasma de barrera dieléctrica influirá de manera positiva en los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de lavado de compactadores y la reducción de materia orgánica en el agua de lavado de compactadores será mayor del 30% después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

II. MARCO TEÓRICO

Alarcón, et al. (2019) en su investigación se evaluó el cambio del potencial de hidrogeno en aguas contaminados con el colorante Verde Azul Doracryl X5GS, donde su objetivo es observar la influencia de la presión y el plasma generado por una fuente de alto voltaje en el cambio del potencial de hidrogeno de la solución con colorante, según los resultados, la experimentación realizada a presiones de 760 y 10 torr y con la generación de plasma de 2000 voltios (15, 20, 25, 30 mA) muestra que los valores de pH cambian de manera decreciente a medida que la intensidad del plasma y el tiempo de exposición aumenta, sin embargo, la solución con agua destilada y colorantes no presenta cambios, con lo que se concluye que la solución aumenta su acidez a medida que el tratamiento va avanzando con la presencia de moléculas de aire, y no presenta cambios en la ausencia de este mismo.

Amri, Nawawi y Jambak (2019) en su investigación analiza diversos métodos de purificación de agua, una de los métodos es el uso de reactores de plasma de descarga de barrera dieléctrica, este método aplica las temperaturas adecuadas para que sea seguro para su uso, por ello mismo unos de los factores influyentes al momento de purificar el agua con alto voltaje son los electrodos, siendo el objetivo de su investigación la comparación de distintos tipos de electrodos utilizados en reactores de plasma de descarga de barrera dieléctrica (DBD) con el fin de obtener de agua potable, los resultados basados en varios autores revelo dos tipos de electrodos que saque el mejor potencial a los reactores de plasma de descarga de barrera dieléctrica (DBD), este vendrían a ser el tipo de hélice (espiral) y de tornillo (perno).

Eun Song Lee, et al. (2020) en su artículo sobre “Evaluación del tratamiento con plasma frío de descarga de barrera dieléctrica atmosférica en el paquete como una tecnología de intervención para descontaminar cubos de pechuga de pollo a granel listos para comer en recipientes de plástico” el objetivo es la evaluación del efecto del plasma frio con un reactor de descargar de barrera dieléctrica aplicado para el tratamiento de inactivación microbiológica, contenido de nitratos y nitritos, toxicidad oral y la calidad de almacenamiento de cubos de pollo hervido recubierto de proteínas, el tratamiento con el plasma frio se dio con un voltaje de 24 kV durante 3 minutos donde dio como resultado la inactivación

de bacterias aeróbicas mesófilas naturales, la Salmonella y el virus de Tulane en los cubos de pechuga de pollo, $0,7 \pm 0,2$, $1,4 \pm 0,1$ log UFC/cubo y $1,1 \pm 0,2$ log UFP/cubo, por otra parte el tratamiento con plasma frío no afectó el contenido de nitritos en los cubos de pechuga de pollo. El recuento de bacterias naturales y salmonella en los hematíes tratados con el plasma frío dio como resultado una disminución con respecto a los no tratados, en $0,7-0,9$ y $1,4-1,7$ log UFC/cubo. Con eso se pudo concluir que el tratamiento con plasma frío de descarga de barrera dieléctrica puede ayudar a la seguridad microbiológica de ciertos productos de pollo envasados.

El Shaer, et al. (2021) su investigación habla de la aplicación de plasma de descargade barrera dieléctrica para la decoloración de colorantes en una solución y lleva como objetivo estudiar los efectos de los parámetros del agua sobre la eficiencia de la decoloración de colorantes en solución, para este investigación se generó una descarga de barrera dieléctrica entre dos electrodos con la característica de que uno de ellos este en el aire y el otro este en contacto con el agua, para el tratamiento, los parámetros analizados fueron el pH, el potencial de oxidación-reducción y la conductividad, según los resultados de la experimentación, el tiempo de exposición prolongado del plasma en la solución acuosa, genera una reducción del pH, por otro lado el potencia redox y la conductividad también se ven afectados, provocando su aumento. Finalmente, la eficiencia de la descarga de barrera dieléctrica en la decoloración es directamente proporcional al tiempo de tratamiento afectando ciertos parámetros en la solución.

Diristiani, Khairunizzahra, et al. (2020) en su investigación realizo una comparación utilizando un reactor de descarga de barrera dieléctrica para el tratamiento de aguas residuales industriales, y cuyo objetivo es ver la eficiencia de una descarga de barrera dieléctrica en la degradación de 2,4-diclorofenol y 2,5-diclorofenol utilizando un reactor de barrera dieléctrica, Los resultados mostraron el mayor porcentaje de remoción (89.05%) después de 120 minutos de proceso de degradación de 2.5-DCP, bajo las siguientes condiciones: pH 10; caudal 50 ml / minuto; caudal de aire de 2,5 L / min; voltaje plasmatrón de 19 kV. En circunstancias similares, el 2,4-DCP se redujo en un 86,95%. Además, el

contenido de DQO en el material de desecho alcanzó el 46,88% y el 46,14%, respectivamente.

Dobslaw y Glocker (2020) su investigación habla sobre las diversas aplicación de tecnologías de plasma para el tratamiento de aire residual y gases residuales, cuyo objetivo dar a conocer a través de una revisión sistemática la experiencia en la utilización de plasma térmico y no térmico a escala industrial – piloto y su importancia en la purificación de aire residual y de los gases residuales, en base a los resultados proporcionado por diversos autores, en los últimos años el plasma se tomó como una herramienta en el tratamiento de superficies, as aplicaciones ejemplares tanto de plasma no térmico como de plasma térmico deberían subrayar la viabilidad de la ampliación a la aplicación industrial. Se construyó un plasma no térmico en forma modular, que está diseñado para hasta 1000 m³/h y fue prácticamente exitoso probado en combinación de plasma no térmico (NTP), absorbedor de minerales y bio - depurador para la eliminación de componentes orgánicos volátiles (COV), sustancias olorosas y gérmenes. Los plasmas térmicos suelen ser plasmas calentados por arco, que funcionan con diferentes gases de plasma, como nitrógeno, oxígeno, argón.

Fan, Cheng, et al. (2021) su investigación se centra en la degradación de metronidazol diluida en agua utilizando plasma DBD, cuyo objetivo es centrado en investigar los efectos de las concentraciones iniciales, volteje pico y la tasa de degradación de metronidazol. Se hizo medición del pH y la conductividad durante el proceso de descarga, y según los resultados este muestra que la degradación de metronidazol diluida en agua fue efectiva aplicando el plasma DBD, teniendo una efectividad del 92% y 1.83g/kWh, durante el tiempo de tratamiento de 25 minutos, concluyendo con la experimentación se puede ver que el radical hidroxilo era la especie más activa durante la degradación del metronidazol, por otra parte la reducción del pH fue significativa y en cuanto a la conductividad este aumento en gran medida después del tratamiento con plasma, lo que se correspondió con la formación de NO₃⁻ , NO₂⁻ y productos intermedios en el proceso de degradación.

Hasani, Khani, et al. (2020) en su investigación sobre “Degradación de 4-clorofenol en solución acuosa por sistema de descarga de barrera dieléctrica” el objetivo es determinar la eficiencia en la degradación de 4-clorofenol en el agua utilizando un sistema de descarga de barrera dieléctrica, según los resultados obtenidos de la experimentación este eliminó el 99% del 4-clorofenol en 6.5 minutos ajustando el punto de eficiencia del reactor en base a la relación del flujo de gas y el voltaje, siendo directamente proporcional al tiempo y al voltaje aplicado, concluyendo la experimentación, se encontró el punto máximo de eficiencia del reactor debido a la introducción en exceso de oxígeno gaseoso que da como resultado la producción de más agentes oxidantes.

Jiménez Aviles Gerardo (2015), detalla en su tesis acerca del desarrollo e implementación de un sistema de seguimiento y control de los parámetros físicos relacionados con las etapas de inicio, sostenimiento y apagado de descargas de barrera dieléctrica en un reactor geometría coaxial, se realizaron ensayos con diferentes concentraciones de mezclas de helio contaminadas con óxido de nitrógeno, con el fin de medir cuantitativamente el porcentaje de degradación / destrucción de este último. Los resultados muestran un valor superior al 88%. Por razones de seguridad, se puede acceder a la GUI a través de la intranet de la organización, donde los compuestos producidos pueden representar un riesgo para la salud humana.

Jin, et al. (2021) en su investigación utiliza una descarga de barrera dieléctrica para generar plasma no térmico de manera homogénea, utilizando diversas configuraciones en los electrodos, el objetivo de esta investigación es ver la eficiencia del plasma generado de manera homogénea por electrodos en forma de cono y cilindro, según los resultados de la investigación la formación de plasma en forma de escalera se da por la propagación del plasma anillado desde las regiones más cortas hasta las más largas, teniendo un tiempo de propagación de 20 a 30 nanosegundos, el campo eléctrico de la capa de plasma en la región de la distancia de separación diferente se evalúa de acuerdo con la relación de intensidad de emisión óptica R391 / 394 de N₂ + a 391 nm y N₂ a 394 nm. El campo eléctrico obtenido cae de 8,1 a 6,4 kV / mm y cuando la frecuencia del pulso aumenta a 1 kHz o más, la descarga cambia a un modo filamentico y el plasma de múltiples capas desaparece.

Ka, et al, (2021), su investigación trata de la utilización del agua activada por plasma en la agricultura, el objetivo de su investigación es ver la eficacia del agua activada por plasma en la modulación de la densidad de las células ciliadas de la raíz a través de genes de desarrollo de la raíz en *arabidopsis thaliana* I, para ello se observó las características del agua activada por plasma, Se realizó un análisis fisicoquímico para confirmar las propiedades del agua activada por plasma (PAW) que se correlacionaban con el tiempo de tratamiento del plasma, según los resultados Las muestras de agua activadas por plasma se indican como tiempo PAW5 en minutos (min), PAW7 min, PAW12 min, PAW19 min y PAW40 min con el tiempo de tratamiento con plasma, Las plántulas que crecieron en PAW5, PAW7 y PAW12 tuvieron mayores longitudes de raíces, mientras que las longitudes de raíces disminuyeron en PAW19 y PAW40. a observación del nivel celular, el tratamiento PAW aumentó específicamente el número de pelos radiculares por unidad de la raíz, pero suprimió la longitud del pelo radicular en la PAW, lo que indica que PAW modula principalmente la densidad de las células ciliadas de la raíz en la raíz. Es más, Encontramos que la densidad y la longitud del vello de la raíz en PAW5 en las condiciones máximas observadas estaban reguladas positivamente por genes relacionados con el desarrollo de la raíz.

Khairunizzahrah y Bismo (2020) en su investigación detallan el peligro de los tintes que se encuentran en las aguas residuales de origen textil, especialmente los tintes sintéticos, esos llegan a afectar la demanda química de oxígeno (DQO), por ello el objetivo de su investigación es evaluar el rendimiento del reactor de plasma de descarga de barrera dieléctrica (DBD) no térmica en el tratamiento de aguas residuales que contienen tintes textiles, y según los resultados de esta investigación los resultados de la degradación de materia orgánica es de un 98.43%. en donde el tiempo de tratamiento fue de 120 minutos con una concentración final de 0.75 mg/L, además, mostró que las condiciones óptimas se obtuvieron con un valor de pH de 4, un caudal de aire de 2,5 L / min, un caudal de líquido de 50 ml / min y un voltaje primario del transformador de señal de neón (NST) de 19 kV.

Konchekov, Glinushkin., et al. (2020) en su artículo habla acerca de la activación del agua por descarga directa de plasma, donde su objetivo es evaluar las propiedades y el uso de agua activada por descarga directa, durante la experimentación el agua fue sometida a este plasma en intervalos de 10 a 30 minutos, donde se observaron espectros de emisión y cambios tanto físicos como químicos, se realizaron evaluaciones cuantitativas del cambio de nitritos y nitratos durante el tiempo de tratamiento, se midió la conductividad eléctrica y el potencial redox, en donde variaron linealmente con respecto al tiempo de exposición, el cambio del pH está correlacionado con las concentraciones de aniones nitratos, la concentración de peróxido de hidrógeno aumenta dependiendo del tiempo de tratamiento.

Li, Niu, et al. (2018) realizaron una investigación sobre el “Efecto del plasma de descarga de aire/H₂O en la mejora de la combustión de propano mediante descargas de barrera dieléctrica” cuyo objetivo es el mejoramiento de la eficiencia de la combustión a través de descargas de barrera dieléctrica, para ello, desarrollaron un método combinado basado en el plasma de no-equilibrio generado por la descarga de barrera dieléctrica y los radicales OH procedentes del agua. Los resultados procedentes de este método indican que la influencia de la humedad relativa afecta la tensión, en este caso el 20% de humedad relativa provocó que el pico de tensión se fijara en 8.75kV. y a su vez provocó que la combustión del propano fuese más completa, por otra parte, la erosión del electrodo se debilitó con la aplicación de agua.

Luo, et al. (2019) dentro de esta investigación se aplicó el agua tratada con plasma frío producida por una descarga de barrera dieléctrica, en la fabricación de lomo de cerdo seco chino, y cuyo objetivo es explorar los cambios en las características de calidad, oxidación de lípidos, contenido de aminoácidos libres y compuestos volátiles del lomo de cerdo seco curado con agua tratada con plasma frío producida por una descarga de barrera dieléctrica, según los resultados agua tratada con plasma con un voltaje de tratamiento más alto disminuyó significativamente la oxidación de lípidos de los productos y condujo a un valor de * aumentado (enrojecimiento) y un contenido de nitrito residual aumentado en los productos que todavía estaban dentro del rango de uso (todos $P < 0.05$). Este estudio indica que el uso de agua tratada con plasma

como método de curado puede ser una forma potencial y efectiva de producir productos de carne de cerdo deshidratada.

Massima et al. (2021), en su investigación sobre los contaminantes farmacéuticos persistentes, detalla el uso del reactor de plasma de descarga de barrera dieléctrica y sus diferentes aplicaciones en aguas con restos de contaminantes farmacéuticos y aguas residuales, el objetivo de su investigación es eliminar residuos farmacéuticos del agua y las aguas residuales utilizando diferentes configuraciones del reactor de plasma de descarga de barrera dieléctrica, de acuerdo con los resultados el rendimiento de la descarga de barrera dieléctrica puede darse en la configuración de sus electrodos, y para su comprobación se sometió a ciertas evaluaciones como el tiempo de tratamiento, la concentración inicial, el tiempo de vida media, la eficiencia de degradación y el rendimiento energético, La revisión mostró que la eficacia de los sistemas DBD en la eliminación de compuestos farmacéuticos depende no solo de estos parámetros, sino también de la naturaleza / tipo del contaminante

Manukyan, Seyoum y Rybkin (2021) en su investigación analiza los distintos tipos de descarga para la degradación tintes orgánicos en solución acuosa, el objetivo de esta investigación es evaluar la eficiencia de los diversos sistemas de descargar de plasma para la degradación de tintes orgánicos en el agua, según los resultados de esta investigación la eficiencia se da en base al porcentaje de degradación de más de 30 tintes en diferentes tipos de descargas, esto comprende las características del tipo de descarga utilizado en la degradación, el voltaje aplicado, la cantidad de energía gastado, por otra parte se analiza las características del líquido para ver el grado de tratamiento realizado por el tipo de descarga.

Mohammed Al Bratty, et al. (2021). En su investigación describe un método eficiente para la eliminación de la cafeína en un medio acuoso mediante una descarga de barrera dieléctrica (DBD) a escala de laboratorio al aire libre. Concentraciones de cafeína en varias soluciones de muestra se controlaron mediante cromatografía líquida de alta resolución, y los productos de degradación se identificado inyectando directamente la muestra al espectrómetro de masas. Las consecuencias de parámetros variados como la

potencia de entrada, Se investigó la concentración inicial y el pH inicial de la solución sobre la degradación de la cafeína. Eficiencia de eliminación de cafeína de solución acuosa fue 72,6% y 96,6% para las concentraciones iniciales de 100 y 1 µg / ml, respectivamente, a pH inicial 7 después de 4 min de tratamiento en sistema de plasma DBD con potencias de entrada de 60 W. La eficiencia de eliminación de cafeína fue menor en soluciones ácidas (pH inicial 4), y se observó degradación insignificante en soluciones alcalinas (pH inicial 10). Es más, la degradación de la cafeína también se mejoró al aumentar la potencia de entrada en el sistema DBD. Se ha considerado que el estudio es rápido, efectivo y económico. Fue operado en condiciones atmosféricas al aire libre sin utilizando catalizador, gases costosos o disolventes orgánicos, y se logró una degradación significativa de la cafeína en un corto (4 min) tiempo de tratamiento.

Mu, et al. (2021). Su investigación muestra la dimetilhidrazina asimétrica (UDMH) como generador de aguas residuales, por otro lado, habla de la generación de contaminantes secundarios como N-nitrosodimetilamina (NDMA) y formaldehído dimetilhidrazona (FDMH) en tratamientos tradicionales, sin embargo, el objetivo que plateo en su investigación es la aplicación de una descarga de barrera dieléctrica para la degradación de aguas residuales de dimetilhidrazina, según los resultados de su investigación, descubrió que durante la degradación de la dimetilhidrazina) y amina (-NH₂). El NDMA se produce por oxidación de -NH₂, mientras que el FDMH se produce principalmente a partir de dimetilhidrazina y formaldehído.

Okawa., et al. (2020), en su investigación habla de la oxidación avanzada de compuestos aromáticos en soluciones acuosas y la utilización de la descarga de barrera dieléctrica para su degradación, el objetivo de su investigación es ver la eficiencia en la degradación del 2,5 – DNP utilizando la descarga de barrera dieléctrica de diversos gases. Según los resultados de la investigación se encontró una diferencia significativa en la degradación de 2,5 - DNP y El 2,4 – DNP, lo cual se examinó utilizando la teoría de los orbitales moleculares. Y por último la producción de ácido nítrico en el plasma de aire puede causar un fuerte efecto nocivo para la vida acuosa si se descarga una gran cantidad de desechos industriales.

Patinglag., et al. (2021), en su investigación habla de la utilización de plasma mediante un reactor de micro fluido que utiliza una descarga de barrera dieléctrica, el objetivo de la investigación es evaluar la eficiencia del reactor de micro fluido en la eliminación de bacterias (*aeruginosa* y *Escherichia coli*) en aguas contaminadas, en donde los resultados de esta investigación señalan que las aguas inoculadas con *P. aeruginosa* y *E. coli* (bacterias utilizadas para esta investigación) fueron desinfectadas eficazmente, la viabilidad de *P. aeruginosa* y *E. coli* se redujo drásticamente, con una disminución máxima aproximada de 8 log en la viabilidad después de un tiempo de residencia estimado de 5 segundos de tratamiento con plasma.

Roy, Pattyn, Remy., et al. (2021) su investigación se basa en el estudio de los mecanismos fisicoquímicos que interactúan en la superficie plasma – líquido para la síntesis NO_x, para ello se realizan ciertos análisis, en este caso en la fase gaseosa se realizan espectroscopía de emisión óptica (OES), espectrofotografía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y mediante el registro de curvas de voltaje-corriente, mientras en la fase líquida se analizan mediante cromatografía iónica y espectrofotómetro UV-vis. Los resultados de esta investigación muestran que la reacción para formar ciertas especies reactivas de oxígeno y nitrógeno en el agua desionizada son dependientes de ciertas condiciones experimentales, e observa que la conversión de nitritos en nitratos está significativamente influenciada por especies reactivas de oxígeno. El rendimiento de energía para la cantidad total de NO_x sintetizado varía de $1.3 \times 10^{-4} \text{ mol / MJ}$ a $3.4 \times 10^{-3} \text{ mol / MJ}$.

Rodríguez, Hernández, et al. (2021) su investigación trata de la inactivación de *E. coli* y *S. typhi* aplicando una descarga de barrera dieléctrica, y cuyo objetivo se centra en estudiar los efectos del voltaje y el oxígeno sobre la inactivación de bacterias en agua utilizando una descarga de barrera dieléctrica (DBD), para desarrollar esta investigación se armó y probó un reactor DBD de manera cilíndrica en donde se avalúo la eficiencia de la inactivación bacteriana en el agua, según los resultados, el tratamiento presenta una eficiencia en donde se aprecia una reducción de 6 log₁₀ para las bacterias *E. coli* y *S. typhi* a 10⁶

UFC/ml en el primer ciclo de tratamiento utilizando 12 kV, concluyendo que existe un determinado voltaje mínimo para la inactivación de bacterias.

Schneider, et al. (2020) en su investigación habla de la utilización de dos sistemas de descargas para la degradación de la toxina cilindrospermopsina en el agua, y cuyo objetivo es evaluar el efecto de la descarga en forma de corona y la descarga de barrera dieléctrica en la degradación de la toxina cilindrospermopsina en el agua, según los resultados de la investigación este presenta una degradación de $0.03 \pm 0.00 \text{ g kWh}^{-1} \text{ L}^{-1}$ con la utilización de la descarga de barrera dieléctrico y en cuanto a la descarga en forma de corona, la degradación tuvo una eficacia de $0,24 \pm 0,02 \text{ g kWh}^{-1} \text{ L}^{-1}$. Concluyendo con la investigación en base a los resultados de la comparación de los dos tipos de descarga de plasma frio, La degradación de la cilindrospermopsina por una descarga de plasma en forma de corona en agua fue más eficaz en comparación con la descarga de barrera dieléctrica.

Si-Liang., et al. (2019) su artículo está basado en la utilización de plasma de descarga de barrera dieléctrica para para la modificación del almidón de banano, el objetivo de esta investigación es la evaluación de la intensidad del tratamiento con plasma de descarga de barrera dieléctrica en la solubilidad y el comportamiento de pegado del almidón de banano, durante la fase experimental, los resultados mostraron que la solubilidad del almidón tratado tuvo un aumento significativo que en un intervalo de 1.35 a 15.05g, y por otra parte los análisis rápidos muestra cambios drásticos en el comportamiento de pegado y viscosidad máxima del almidón, disminuyendo en un intervalo de 5242 a 153 (cP) con respecto al incremento de la intensidad del tratamiento.

Taran, et al. (2020). Su investigación trata de la purificación del agua a partir de hidróxido de amonio utilizando 2 métodos, el tratamiento con ozono producido por una descarga de barrera dieléctrica y un reactor químico-plasma, el objetivo de su investigación es comparar la eficiencia de los dos métodos para la purificación de agua a partir de hidróxido de amonio, según los resultados, para ver el grado de oxidación después del tratamiento se utilizó una muestra de fenolftaleína, El cambio en el color del NH_4OH tras el tratamiento con ozono indicó la secuencia del proceso de oxidación. Como resultado del trabajo

realizado, se calculó que para la oxidación de 1 ml de NH_4OH son suficientes 4 g de O_3 , que es generado por DBD o al menos 6 h de funcionamiento del reactor plasma-químico.

Tian, et al. (2021), dentro de su “Investigación eléctrica de una descarga de barrera dieléctrica pin-to-plane en contacto con agua” muestra como realiza un diagnóstico de este tipo de descarga que opera con corriente alterna y con una alta tensión sinusoidal, con el objetivo de comprobar el efecto de plasmas frío en contacto con el agua. Y de acuerdo a los resultados se comprobó que la potencia inyectada aumenta linealmente la tensión aplicada, sin embargo la aplicación del plasma sin el agua presenta un seguimiento en forma de polinomio de segundo orden, por otra parte la DBD tuvo una mayor intensidad de la potencia era 3 veces mayor en el agua que sin el agua, ya finalmente se observó que la conductividad del agua también presenta influencia en la potencia inyectada en el plasma, sin embargo, esta influyo mínimamente, Así, la variación de la conductividad del agua en cuatro órdenes de magnitud determinó una fluctuación en la potencia de descarga de $\pm 20\%$..

Tanakaran y Matra (2019) en su artículo presentan la influencia del plasma atmosférico aplicado a aguas residuales, en donde el objetivo de su investigación es proponer la técnica de la descarga de barrera dieléctrica para el tratamiento de aguas residuales, para ello aplicaron un modelo de tratamiento de circulación con la aplicación de alto voltaje de corriente alterna proporcionado por una fuente de alimentación, los tratamiento se con 0 (grupo de control), 10 y 15 kV, con un tiempo de 30 min y un flujo de 2min/L, los resultados detallan que el tratamiento con el plasma puede mejorar la calidad de las aguas residuales, donde la aplicación de 15kV tuvo resultados favorables, la alcalinidad, el oxígeno disuelto (OD) y la conductividad se incrementaron con respecto al grupo de control en un 10,48%, 10,09% y 17,79%, respectivamente. Además, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) disminuyeron del grupo de control en 7,5 veces y 37,5%, respectivamente. El olor ofensivo de las aguas residuales también pudo mejorarse.

Por consiguiente, como fundamentos teóricos se definió las siguientes referencias:

Las aguas residuales se da por la contaminación de residuos sólidos y líquidos generados por las comunidades, los cuales se desprenden de las comunidades por diversos factores que afectan tanto a la población como al medio ambiente (OEFA, 2015), desde el punto de vista de la fuente de generación, podemos definir que las aguas residuales son la combinación de residuos líquidos o aguas que llevan en su interior algún tipo de contaminante o agente externo que pueda cambiar sus propiedades, por otro lado los residuos que llegan a combinarse o formar parte del agua provienen de diversas fuentes, residencias, instituciones públicas, industrias y comercios.

En relación a lo expuesto, Castañeda y Flores (2013) indica que se denominan aguas servidas por lo que en general son utilizados para el proceso de transformación por lo que están constituido por residuos, algo que no es útil para uso directo puesto que en muchas ocasiones están formadas por todas aquellas aguas que son conducido al alcantarillado. Asimismo, Oswald (2011) menciona que el agua es el elemento principal lo cual forma parte de los cuatro recursos básicos que se apoya la vida, por otro lado, la calidad del agua, se ha ido desarrollando de manera lenta hasta fines del siglo XIX lo cual se reconoció con unas numerosas enfermedades infecciosas.

Asimismo, cuando se habla de clasificar las aguas residuales, por lo general se hace más énfasis en los contaminantes que este posee ya que es un indicador de procedencia. Como lo expresa Buitrón, López, Gracia y Cervantes (2017, p. 36), “los contaminantes presentes en las aguas residuales se pueden dividir en diferentes categorías como son microorganismos, materia orgánica biodegradable, otros compuestos orgánicos, nutrientes, metales, etc. La contribución de cada contaminante puede variar de manera significativa”.

Dentro de esta clasificación se puede ver los que son los diversos contaminantes presentes en el agua y su procedencia como son las aguas residuales domésticas; que son procedentes de viviendas, domicilios o instalaciones comerciales privadas y/o públicas, dentro de los contaminantes que posee este tipo de aguas residual tenemos a las aguas fecales, aguas de

limpieza y lavado, gérmenes patógenos, material orgánico, detergente, sólidos, fosforo, nitrógeno, etc.

Por otra parte, las aguas residuales de origen agrícola; provienen de actividades agrícolas, que son arrastradas por fenómenos naturales con las aguas de lluvias que desplazan los contaminantes y los incorporan en el ciclo hidrológico, lo cual afecta tanto a acuíferos, ríos y embalses, los cuales sufrirán por este tipo de contaminación. Según Guadarrama y Galván (2015) indica que, “la presencia de microorganismos y contaminantes como mutágenos y metales pesados ponen en riesgo la salud de la población; esto tiene un impacto a corto plazo, contribuyendo a la salinidad del suelo” (p.7). Sin embargo, algunos metales pesados forman naturalmente del suelo lo cual a ocasiona un aumento daños para la salud humana y del ambiente.

Por último, aguas residuales industriales que proviene de diversas industrias, esto quiere decir que, dentro de cada industria, el agua que se abastece, se utiliza en diversas actividades, finalizando en la generación de aguas residuales con diversos contaminantes, las actividades que realiza cada industria vienen desde aguas de procesos, aguas de limpieza, aguas asimilables a domésticas y aguas de refrigeración o calefacción (Romero, 2001).

Las aguas residuales representan un peligro para las comunidades, estas son recogidas y deben ser movilizadas en última instancias a cuerpos de aguas receptoras o movilizadas al mismo terreno (Lozano, 2013), por eso mismo surge una inquietud sobre los contaminantes que están presentes en estas aguas y a qué nivel se deben de eliminar para que disminuya su potencial peligro, para poder responder a esa inquietud, nos vemos en la obligación de analizar el entorno al que está dirigido estas aguas residuales, ver las condiciones y necesidades locales de cada caso.

SUNNAS (2016) realizo un estudio donde obtuvo que el 32.7% de las aguas residuales reciben algún tipo de tratamiento antes de ser vertido a cualquier cuerpo de agua, esto quiere decir que 528.3 millones de m^3 de aguas residuales no tratadas son vertidos directamente al cuerpo receptor. Asimismo, en el 2015 se evaluó a las 143 plantas de tratamiento por lo que se indicó que en el 2007 a nivel nacional solo 16 plantas son ineficientes por diversas causas

y al menos 50 tienen alguna deficiencia de mantenimiento como son los arenadores, maleza y macrófitas (SUNNAS, 2015).

Según Reynolds (2002) menciona que existen procesos por el cual se disminuye la cantidad de contaminante que hay dentro de las aguas residuales, a estos procesos se les conoce por operaciones unitarias, estos son métodos de tratamiento de aguas residuales los cuales mayormente se enfocan en fenómenos físicos, en cuanto al tratamiento que se enfoca más en la eliminación de contaminante a base de procesos químicos y biológicas, son llamados procesos unitarios, por otra parte, en la actualidad dichos operaciones y procesos unitarios se manejan de forma conjunta dando paso a los tratamientos primarios, secundarios y terciarios (tratamiento avanzado).

Cuando se habla de tratamiento primario, se prioriza los componentes físicos, esta operación se centra en los sedimentos y en los desbastes de eliminación de sedimentos flotantes que están presentes en el agua residual (López y Calderón, 2017). Para el tratamiento secundario se centra en procesos químicos en donde y biológicos donde trata de eliminar la mayor cantidad de material orgánico (Buitrón, Cervantes, García y López, 2017), y el tratamiento terciario es la implementación de operaciones y procesos unitarios adicionales para la eliminación de componente que no se pudieron remover en los tratamientos anteriores como son los nitrógenos y fósforos (Manahan,2007).

En primer lugar, el agua es elemento fundamental porque satisface las necesidades del usuario, comprador o consumidor, cabe resaltar que en el mundo hay más de 2 400 millones de personas que no cuentan un saneamiento adecuado es decir que 946 millones defecan al aire libre (OMS, 2015, parr. 3). También es importante saber que alrededor de cada año mueren más de 842 mil personas por enfermedades como la diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea, entre otros que son causadas por un saneamiento insuficiente.

Según Burstein (2018) mencionan que, para “el adecuado tratamiento se debe identificar los parámetros para ser medidos de acuerdo al uso que se le haya dado al agua” (p. 15), en otras palabras, la calidad de agua depende al uso que se le va a otorgar ya sea para el consumo humano, industrial, crianza de ganado, irrigación, etc. por lo tanto existen diversas categorías permisibles o

normas basadas según las características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

El pH es una medición de la alcalinidad o acidez de una solución que indica las concentraciones de iones de hidrógeno vigentes en soluciones particulares. Según la Fundación Carlsberg, el significado exacto de pH significa "poder del hidrógeno" ya que la acidez se produce por la influencia de iones (López, 2018).

La conductividad es la facultad de una sustancia para permitir que una corriente eléctrica fluya por medio de sus moléculas. Esta capacidad necesita de la estructura atómica y molecular de la sustancia, así como de otros factores físicos como la temperatura en el lugar en el que se encuentra o el estado en el que se encuentra (líquido, sólido, gas). La conductividad es lo opuesto a la resistencia, es decir, la obstrucción de la electricidad a través de un material. Luego están los buenos materiales y los malos conductores, en la medida en que sean más o menos resistentes a la fuerza (Ondarse, 2021).

El potencial redox ocurre cuando una sustancia se oxida y otra se reduce, incluida la transferencia de electrones entre ellas. Las reacciones redox acompañan al intercambio de energía química, ya sea que se libere o se almacene en los compuestos químicos involucrados en el desarrollo (Albarran, 2008).

La temperatura es una cantidad estándar determinado por la energía cinética de partículas en estado gaseoso, líquido o sólido. Cuanto mayor sea la velocidad de las partículas, mayor será la temperatura y viceversa. La medición de temperatura incluye los conceptos de frío (baja temperatura) y calor (alta temperatura), que se pueden sentir instintivamente. Además, la temperatura sirve como valor de referencia para determinar la temperatura normal del cuerpo humano, que es la información que se utiliza para estimar el estado de salud. El calor también se utiliza en procesos químicos, industriales y minerales (Coluccio, 2021)

La turbidez es la proporción de partículas coloidales suspendidas que son medidas indirectamente en una muestra de agua, dichas partículas provienen de la evaluación de los erosivos provocados por la deforestación de una cuenca o

por el arrastre de sedimentos que contienen excesos de microorganismos o efluentes de vertidos domésticos, industriales o agropecuarios. El nivel de turbidez se expresa en NTU y se mide en un dispositivo denominado turbidímetro (Lozano y Lozano, 2015). Según la norma peruana para el recurso hídrico indica que los parámetros para el consumo humano deben ser menor de 5 NTU, es por ello que cuando el agua pasa por un tratamiento de desinfección debe estar de bajo rango, para que así el proceso sea eficaz (Vela, 2016).

Los sólidos totales son los materiales que quedan en el recipiente después de que la muestra se haya evaporado a la temperatura especificada. El total de sólidos disueltos es la fracción de sólidos totales que pasan a través de un filtro con un tamaño de poro nominal de 2,0 μ m (o menos). Para los sólidos totales, la muestra líquida se evapora a 104 ° C; Para TDS, el filtrado se evaporó primero y la placa evaporadora se transfirió a un horno a 180 ° C durante al menos 1 h. En ambos análisis, la placa del evaporador se enfrió en un desecador hasta la temperatura de secado y luego se pesó. Estos pasos de calentamiento, enfriamiento y pesaje se repiten hasta que se obtiene una masa constante de \pm 0,5 mg. La diferencia entre la masa trasera y la masa delantera es la masa de los sólidos totales o la suma de los sólidos disueltos de la muestra (OMEGA, 2019).

Los sólidos disueltos consisten en sales inorgánicas (principalmente magnesio, calcio, sodio, potasio, bicarbonato, cloruros y sulfatos) y pequeñas porciones de materia orgánica que pueden estar presentes en suspensiones moleculares, ionizadas o en forma de partículas finas. Estos sólidos pasan a través de un filtro con un tamaño de poro de 0,45 micrómetros, por lo que están compuestos de sólidos disueltos y coloidales. Los sólidos disueltos en el agua provienen de fuentes naturales, alcantarillado, aguas residuales municipales e industriales, cuya concentración varía en función de la existencia de minerales, gases y productos fecales que dañan la materia orgánica, minerales y químicos orgánicos que dan color, olor y sabor y puede ser tóxico para el agua que contienen (Ruiz, 2018).

Los sólidos en suspensión son de naturaleza esencialmente orgánica, por lo general consisten en desechos humanos como resultado de las actividades

humanas, y las células biológicas forman una masa de sólidos en suspensión, como resultado de lo cual se extraen naturalmente de la superficie de la Tierra. Dependiendo del tamaño de partícula, los sólidos en suspensión tienen un valor superior a 1.0 μm , por lo que incluyen sólidos en suspensión, sólidos coloidales y sólidos sedimentables (Ruiz, 2018).

El oxígeno disuelto (OD) viene a ser la cantidad de oxígeno gaseoso en el agua. El oxígeno libre es necesario para la supervivencia de plantas, peces, algas y ente otros organismos; por esta razón, se considera un indicador de la capacidad del río para sustentar la vida acuática. La concentración de este elemento es el resultado de la entrada de oxígeno al sistema y su consumo por los organismos vivos. La fuga de oxígeno puede ocurrir de varias fuentes, pero la causa principal es la absorción de oxígeno de la atmósfera (UCM, 2018).

La demanda química de oxígeno es medir la carga contaminante de una muestra, para determinar el oxidante fuerte, se usa un medio ácido en contraste con la DBO que usa nutrientes. Es un parámetro de control para eliminar efectivamente los contaminantes de la muestra y es el método preferido porque los resultados se obtienen después de 3 horas, por lo que el error es menor que el error de DBO obtenido en 5 días (Lozano, 2013).

La demanda bioquímica de oxígeno, como su nombre indica es la cantidad de oxígeno que utilizan los microorganismos heterótrofos para convertir la materia orgánica en dióxido de carbono, y este proceso se hace en condiciones aeróbicas en presencia de oxígeno libre. La DBO5 mide el consumo de oxígeno en una muestra resultante de reacciones de síntesis, nuevos organismos, producción de energía y descomposición bacteriana. El crecimiento de DBO5 se inicia por la actividad de microorganismos heterótrofos que requieren compuestos orgánicos para la alimentación. DBO5 y DQO son indicadores clave de la calidad del agua (Gil, 2006).

El plasma es un gas ionizado parcial totalmente constituido por principalmente por iones, también pueden ser iones de especies neutras. Para una descripción más detallada de formar atómicas y moleculares, fotones, que son especies de interacción fuertemente neutras. Los plasmas se dividen en plasma térmico, que consisten en que la energía de los electrones es igual al de

los iones, y no térmicos o también llamado plasmas fríos que consiste en que la energía de los electrones es mayor al de los iones (Méndez, 2017).

Los reactores son recipientes diseñados para llevar a cabo reacciones químicas en presencia de catalizadores con reactivos en las materias primas o reactivos en diferentes corrientes de alimentación. El proceso en el reactor es fundamental para el proceso, y constantemente está tratando de aumentar el valor actual neto de una reacción dada aumentando la producción en condiciones óptimas. Las reacciones químicas que ocurren en el reactor pueden ser exotérmicas o endotérmicas (IQR, 2020).

La descarga de barrera dieléctrica, también se utiliza el término inglés "dielectric barrier discharge" y su abreviatura "DBD". Se refiere a la disposición de descarga en la que al menos uno de los electrodos de excitación está aislado. También se forma un campo eléctrico entre los electrodos aislantes. Si la intensidad del campo es suficiente, se produce una descarga eléctrica. Sin embargo, el aislamiento significa que no se genera corriente y, por lo tanto, el gas tampoco se calienta. En cambio, los electrones se mueven hacia el electrodo positivo y no pueden escapar debido al aislamiento. En el menor tiempo posible, la carga generada compensa el campo de alto voltaje generado y extingue la descarga. Para mantener la descarga de gas, la excitación debe ocurrir a un voltaje alterno de alta frecuencia (entre kilohercios y megahercios). De esta forma, la desgasificación de la barrera dieléctrica en el chorro de gas puede producir plasma frío (Diener, 2018).

El sistema de lavado de vehículos son equipos, estables o portátiles, e instalaciones físicas con lo cual eliminan agentes de contaminación que se encuentran en los vehículos dedicados al recojo o tratamiento de residuos biológico, químico o de cualquier origen, que perjudican tanto la salud humana como en el medio ambiente (Ruiz, 2005).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación cuenta con un **enfoque cuantitativo** y fue de **tipo aplicativa** según Muños (2015), señala que también es conocida como tipo práctico ya que se basa en la ejecución o intervención de las recopilaciones obtenidos para así poder llegar a una posible solución al problema, es por eso que en varias ocasiones se recurre al material teórico que son expuestas por diferentes autores para poder implementar en la investigación para la aplicación y obtener una respuesta precisa ante el problema. En otras palabras, es de tipo aplicativo porque se basa en buscar resultados ante un problema donde se manipulan las variables de estudios para obtener un grado de relevancia en la contribución aplicativa del trabajo en los diferentes escenarios del problema.

En cuanto al diseño de investigación utilizado fue un **diseño experimental** ya que consiste en manipular la variable no comprobada, con el fin de especificar las causas de producción de la situación. Es por eso que mediante las observaciones de investigaciones se ira contestando las preguntas del proyecto y así poder probar las hipótesis establecidas.

La investigación cuenta con un **nivel explicativo**, esto se refiere a la búsqueda de razones o causas que puedan ocasionar ciertos fenómenos, donde el objetivo es explicar el por qué estos fenómenos ocurren y en qué condiciones se da (Alfaro, 2012).

3.2. Variables y operacionalización

El trabajo de investigación estuvo formado por una variable independiente: reactor de plasma de barrera dieléctrica y como variable dependiente: tratamiento de aguas de lavado de compactadores para la reducción de materia orgánica, Por otro lado, la operacionalización de dichas variables es detallada en la matriz. En el Anexo 1 se mostrará la matriz de operacionalización de variables de dicha investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Fernández (2005) habla de la población como el conjunto de unidades elementales incluido en todo estudio. Es por ello que también es definido como la agrupación de observaciones dadas en cada unidad elemental. La presente investigación toma como población, la totalidad de aguas residuales provenientes del lavado de vehículos compactadores, ubicado en centro poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho-Chosica.

Martínez (2012) define la muestra como una parte o subconjunto de unidades proveniente de la población, para ello, dicha muestra tiene que ser adecuadamente seleccionada y debe contener todas las partes representativas de la población. La muestra de la presente investigación se utilizó una cantidad de 10 L de aguas de lavado de compactadores para las mediciones correspondientes de Temperatura, Conductividad Eléctrica, Turbidez, pH, Potencial Redox, Sólidos Totales (ST), Sólidos Disueltos (SD), Sólidos Suspendedos Totales (SST), Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). La unidad de análisis fue de 1 L de agua de lavado de compactadores.

Para esta investigación se utilizó un muestreo aleatorio, ya que los todos los elementos pertenecientes a la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizó en la presente investigación para la recolección de datos según a las necesidades y características que presenta cada variable. La técnica que se empleó fue la observación científica, que consiste en que el investigador se dirige al fenómeno tal como está ocurriendo y recoge la información que considera conveniente (Pardinas, 2005). Como instrumento de recolección serán detallados en el Anexo 3, las siguientes:

- ✓ Ficha de ubicación
- ✓ Caracterización inicial del agua
- ✓ Caracterización final del agua
- ✓ Reactor de plasma de barrera dieléctrica

La validez del instrumento es el grado que mide lo que debe medir. Para obtenerlo se debe comparar el instrumento a utilizar (López, Lalangui y Maldonado, 2019), tras la validación de instrumentos que fueron aprobados por 3 expertos especializados con el trabajo de investigación los cuales fueron docentes de la Universidad Cesar Vallejo, dando así una validez confiable. En la Tabla 1, se muestra el promedio de validación de instrumentos.

Tabla 1. *Promedio de validación de instrumentos*

| Experto validador | CIP | Validez % | Promedio de validez % |
|------------------------------------|--------|-----------|-----------------------|
| Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | 71998 | 95% | 90% |
| Mg. Luis Fermin Holguin Aranda | 111614 | 85% | |
| Mg. Ahuber Omar Vasquez Aranda | 92507 | 90% | |

3.5. Procedimientos

El desarrollo de la investigación consta de varias etapas, como se muestra en la Figura 1. el flujograma que incluye cada etapa del desarrollo en este trabajo de investigación:

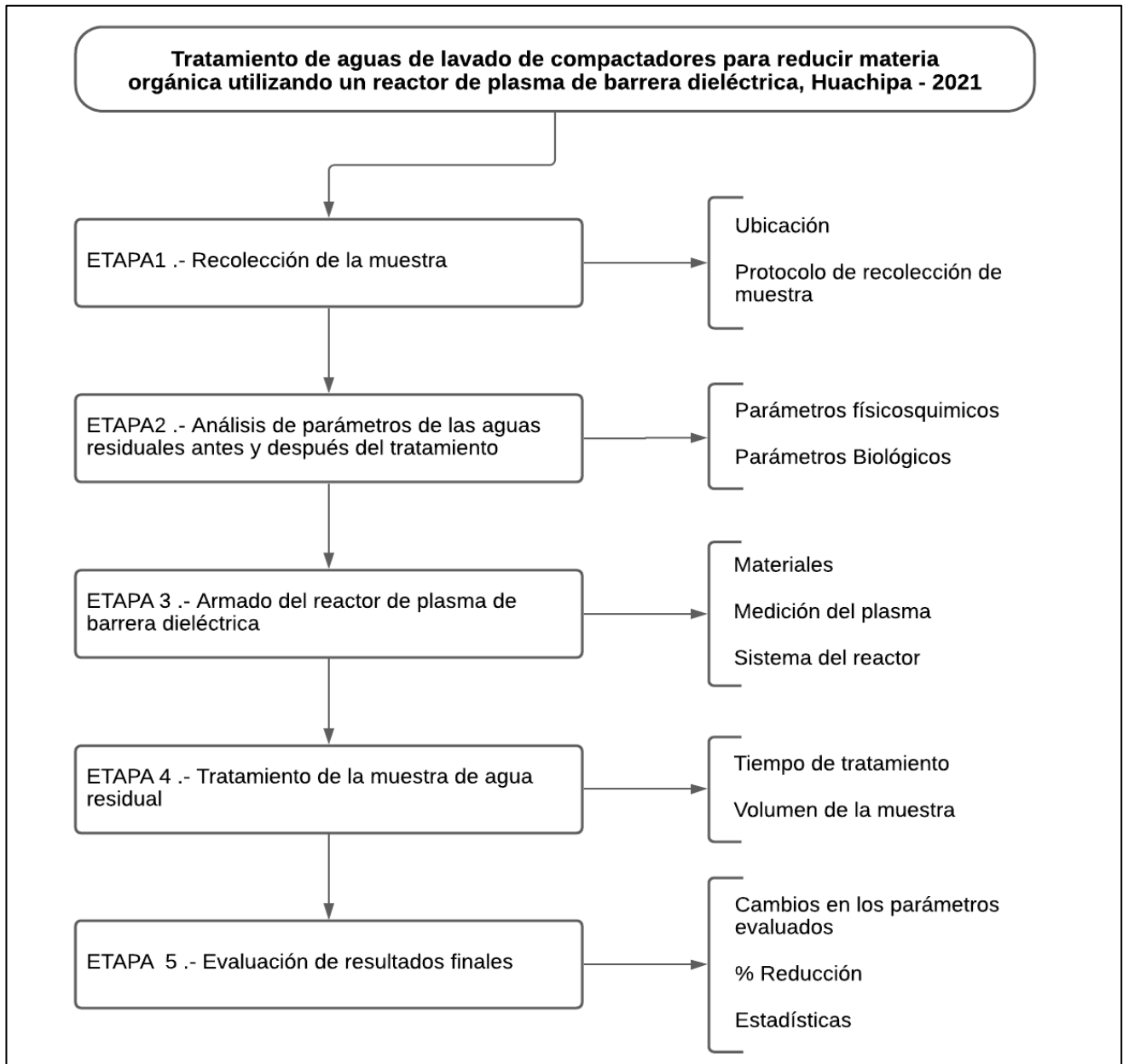


Figura 1. Flujograma del Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica

Etapa de la Investigación:

Etapa 1 – Recolección de la muestra

Para la recolección de la muestra en este caso una muestra de 20L de agua residual del lavado de vehículos compactadores ubicado en centro poblado Santa María de Huachipa, se utilizó un muestreo aleatorio, teniendo el concepto claro de que cualquier fluido puede ser escogido. En la Figura 2 y Figura 3 se muestra la ubicación e imagen de la recolección respectivamente:

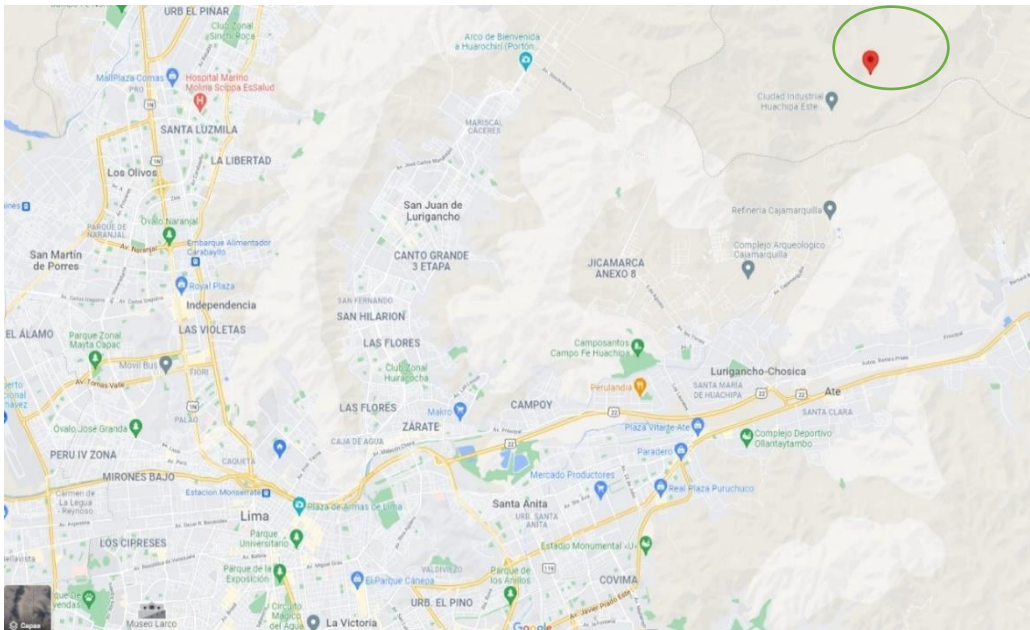


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio



Figura 3. Foto de toma de muestra de agua de lavado de compactadores

Para la recolección de la muestra se tuvo en cuenta los equipos de protección personal (EPP) adecuados para la toma de la muestra, siguiendo los protocolos establecidos para el muestreo de líquidos.

Materiales:

- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Lentes de protección personal
- ✓ Mascarillas
- ✓ Recipiente de 20L
- ✓ Cooler
- ✓ 9 envases de muestras de 1L
- ✓ Agua destilada
- ✓ Vasos precipitados

Etapa 2 – Análisis de parámetros de las aguas residuales antes y después del tratamiento

Parámetros Físicoquímicos:

- ✓ Temperatura (C°)

La medición de la temperatura es fundamental en los datos estadísticos ya que muestra cambios en la muestra, cuando se somete al reactor de plasma de barrera dieléctrica, la medición inicial y final determinaran el cambio y el funcionamiento del reactor.

- ✓ Conductividad Eléctrica

Para la medición de la conductividad eléctrica, se utilizó un conductímetro en la muestra de agua residual inicial y luego del tratamiento, la muestra pasó por un proceso de filtrado para evitar alteraciones, la medición se hizo en la muestra de 1 L.

- ✓ Turbidez (NTU)

Para la medición de la turbidez se utilizó un turbidímetro, previo a las mediciones, se tuvo que calibrar el instrumento para evitar errores, como se mencionó antes se filtró la muestra y luego se extrajo 9ml que se colocaron en una celda para iniciar con la medición.

✓ pH

Para ello se tomó una muestra de 150 ml de agua de lavado de compactadores para la filtrar y retirar las partículas flotantes, para si no alterar la muestra, en primer lugar, se debe estabilizar la temperatura de calibración (25°C), en las cuales se introdujeron las soluciones de regencias con el propósito de mantener una temperatura homogénea, entre las soluciones de referencia.

✓ Potencial Redox

En este análisis se realizó introduciendo los electrodos en una muestra de 100 ml de agua de lavado de compactadores filtrada para medir la energía química de oxidación- reducción, obteniendo así una energía eléctrica, la cual se utiliza para conocer acerca del saneamiento del agua.

✓ Solidos Totales (ST)

En este análisis se realizó por el método de gravimétrico, donde se tomó un volumen de muestra de 100 ml de agua de lavado de compactadores. Se transfirió este volumen medido de muestra bien mezclado a la placa pesada antes y en su total de evaporación, debido a ello se procedió llevar a una estufa hasta que se seque por alrededor de una hora a 103 a 105 °C, después enfriar la capsula en el desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Repite el ciclo de secado, enfriado, desecación y pesado hasta obtener un peso constante.

✓ Solidos Disueltos (SD)

En este análisis se realizó por el método de gravimétrico donde se tomó 100 ml de agua de lavado de compactadores, después fue filtrada con un filtro para luego llevarlo a una plancha de digestión hasta obtener su total evaporación, seguido a ello llevado a una estufa a 180 ± 2 C° aproximadamente una hora, para poder pesarlo.

✓ Solidos Suspendidos Totales (SST)

En este análisis se tomó 100 ml de agua de lavado de compactadores, después fue llevado a una plancha de digestión hasta obtener su total evaporación hasta obtener el residuo que queda del agua, posteriormente ese residuo fue llevado a una estufa a 103 a 105 C° aproximadamente una hora,

después de ello retirarlo y enfriar a una temperatura ambiente para poder pesarlo en una balanza analítica.

Parámetros Biológicos

✓ Oxígeno Disuelto (OD)

En este análisis se realizó el método de Winkler para la medición del oxígeno disuelto para ello se utilizó una botella de Winkler de 300 ml y se adiciono un 1 ml de $MnSO_4$ y 1 ml de Yoduro-alcalina-azida luego se procedió a tapar la botella revisando que no se genere burbujas de aire y se deja reposar 10 segundos, después se procede a mezclar hasta que el precipitado se esparce en todo en contenido y se deja reposar 10 minutos. Después del tiempo, se destapa la botella para adicionarle un 1 ml de H_2SO_4 y tapar con delicadeza y agitarla hasta que el precipitado se disuelva. El agua tomara un color ámbar, si en caso no cambia indica que la muestra no tenga presencia de oxígeno disuelto.

Se coloco 100 ml en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y titularlo con la solución de $Na_2S_2O_3$ de 0.0250 N hasta que se obtenga un color amarillo pálido. Cuando el color ámbar ha cambiado al amarillo pálido, adicionar 1 ml de solución de almidón; de inmediato aparecerá una coloración azul, seguir titulando hasta que desaparezca dicha coloración.

✓ Demanda Química de Oxígeno (DQO)

En este análisis se realizó el método dicromato para determinación de la materia orgánica de las aguas del lavado de compactadores. Primero se tomó un tubo de ensayo con rosca con una muestra de 3 ml, luego se le añade 3ml de solución de dicromato 0.25 N ($K_2Cr_2O_7$) y por último el ácido sulfúrico (H_2SO_4), debido a ello se origina una reacción exotérmica por el calor, se preparó un blanco en el cual se le agrega al segundo tubo de ensayo con rosca con 3ml de agua destilada y el mismo reactivo de la primera muestra.

Luego se llevó los tubos de ensayo a un condensador, mantenerlo por dos horas. Cubrir el condensador de un Beaker para el ingreso de extrañas sustancias, una vez pasado la hora se procede a retirarlos del condensador para que se enfríen a una temperatura ambiente.

Por consiguiente, se tomó un matraz de 150 ml se le agrega 0,1 a 0,15 ml de (2-3 gotas) de indicador de ferroína tomando el punto final de la titulación el primer cambio agudo de color, el cual va de un color azul verde a café rojizo. El azul verde puede reaparecer minutos más tarde. Finalmente se verifica el volumen gastado del titulante de la solución del sulfato ferroso amoniacal (SFA).

✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

En este análisis se midió el consumo del oxígeno de realiza la materia orgánica en el agua, es por ello que se analizó el pH, del mismo modo se determinó la temperatura para ver el grado en que se encuentra si en caso la temperatura aumenta eso quiere decir que el oxígeno disminuye este análisis se requirió de 5 días.

Etapa 3 – Armado del reactor de plasma de barrera dieléctrica

Materiales: Generador de alto voltaje (Flyback TV), placa analógica de foco ahorrador (42w), paneles de acrílico, electrodos, cables extensores.

Para el armado del reactor se hizo un diagrama teniendo en cuenta las salidas del generador de alto voltaje, tanto las salidas primarias que van conectadas a la placa analógica del foco ahorrador, como el negativo y el positivo donde van conectados los electrodo que van dentro de la muestra, una vez hecha las conexiones, se arma la cabina donde se pondrá la muestra, esta debe de estar bien sellada, ya que una vez el reactor entre en funcionamiento puede a ver expulsión de gases, cabe resaltar que el reactor trabaja con un alto voltaje sujeta a una corriente continua de alta frecuencia, el plasma generado por el reactor será medido con una sonda que mide la corriente en kV. En el Anexo 5 se mostrará el diseño del reactor y en el Anexo 6 se mostrará el circuito electrónico de la placa.

Etapa 4 – Tratamiento de la muestra de agua residual

El agua residual del lavado de vehículos compactadores paso por un solo tratamiento con diferentes tiempos, los parámetros analizados antes y después del tratamiento son; **parámetros físicos**, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Turbidez, **parámetros químicos**, pH, Potencial Redox, Solidos Totales (ST), Solidos Disueltos (SD), Solidos Suspendidos Totales (SST) y **parámetros**

biológicos, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), en cada tiempo se midieron dichos parámetros. En la Tabla 2, se muestra el diseño experimental que se realizó en esta investigación.

Tabla 2. Diseño Experimental

| Grupo de control | Grupo experimental | Parámetros analizados (Inicial y final) |
|------------------|--------------------|---|
| 1 muestra | Tratamiento | FISICOQUÍMICOS Temperatura, Conductividad Eléctrica, Turbidez pH, Potencial Redox, Solidos Totales (ST), Solidos Disueltos (SD), Solidos Suspendidos Totales (SST) BIOLÓGICOS Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) |
| | 15 min | |
| | 30 min | |
| | 45 min | |
| | 60 min | |
| | 75 min | |
| | 90 min | |
| | 105 min | |
| | 120 min | |
| 1 L | 8 L | |
| 9 L totales | | |

Etapas 5 – Evaluación de resultados finales

La evaluación de resultados finales se dará en base al porcentaje de reducción de materia orgánica en las muestras tratadas con el reactor de plasma, en donde se analizarán con las herramientas estadísticas adecuadas. En el Anexo 7 se mostrará los resultados acreditados por el laboratorio.

Para hallar la eficiencia de reducción de la materia orgánica del agua de lavado de compactadores, se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Reducción} = \frac{C_I - C_F}{C_I} * 100$$

3.6. Método de análisis de datos

Según Hernández, et al. (2015) indica que el método de análisis de datos es una recopilación de diversas estrategias que han sido utilizados en diferentes investigaciones a lo largo de los años con la finalidad de obtener datos confiables y verdaderos. En otras palabras, este método se emplea la estadística para si obtener resultados detallados obtenidos en el procedimiento.

Para el método de análisis de datos de esta investigación se utilizó una estadística descriptiva, se utilizó el programa Microsoft Excel que permitirá crear tablas de frecuencias, grafico de barras, entre otros.

Por otro lado, también se utilizó la estadística inferencial lo cual se llevó a cabo la comprobación de la hipótesis por medio de la prueba de normalidad Shapiro Wilk. Los resultados obtenidos se determinará la comprobación de la hipótesis por medio del Rho de Spearman.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se realizó con los lineamientos establecidos en el código de ética de la Universidad César Vallejo, RCU N° 0126-2017/UCV. Asimismo, se ajustó a la resolución rectoral N° 0089-2019/UCV, el reglamento de investigación, son basados en el Artículo 3 definidos como respeto a las personas en su integridad y autonomía, el Artículo 15 de la Política Anti plagios, promueve la originalidad del autor y el Artículo 16 de los derechos del autor y por último la resolución de vicerrectorado de investigación N° 008.2017-VI/UCV.

Tener en cuenta que la infestación fue sometida a prueba con el fin de conocer la similitud de esta investigación utilizando el Turnitin. Como prueba del cumplimiento del código de ética de la Universidad César Vallejo se presenta los siguientes documentos en la parte de anexos:

- ✓ Ficha de evaluación con los respectivos expertos (Anexo 4).
- ✓ Resultado del porcentaje de similitud emitido por Turnitin. (Anexo 8).

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización inicial del agua de lavado de compactadores antes del tratamiento.

Las muestras fueron tomadas el día 18 de octubre del 2021, a las 04:38 pm, con coordenadas 11°56'2" S 76°52'29" N. Luego fueron llevados a laboratorio para hacer analizados según los parámetros establecidos. En la Tabla 3, se muestra los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la caracterización del agua de lavado de compactadores que fueron los siguientes:

Tabla 3. *Parámetros fisicoquímicos de la muestra control del agua de lavado de compactadores*

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|-----------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|
| M_CONTROL | 19.8 | 4.87 | 2826 | 119.1 | 325 |

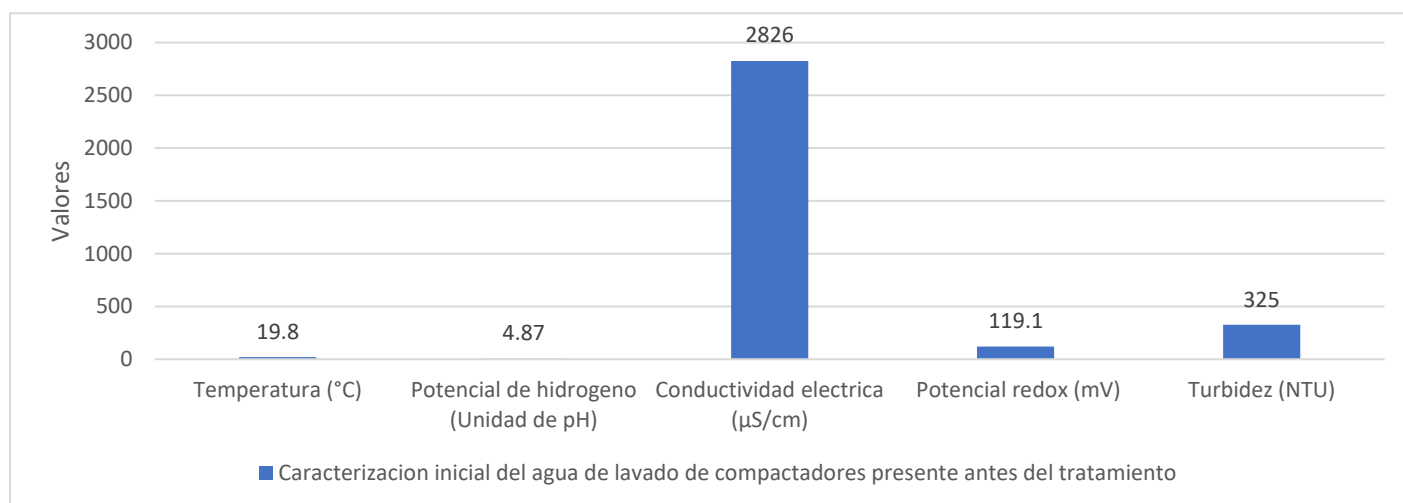


Figura 4. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra control del agua de lavado compactadores

En la Figura 4, se puede observar los parámetros fisicoquímicos del agua inicial de lavado de compactadores, donde la temperatura fue de 19.8 °C, el pH 4.87, la conductividad eléctrica 2826 μS/cm, el potencial redox 119.1 y por último la turbidez 325.

En la Tabla 4, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de la muestra control, que fueron los siguientes:

Tabla 4. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales de la muestra control*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|-----------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| M_CONTROL | 1520 | 1410 | 51.2 |

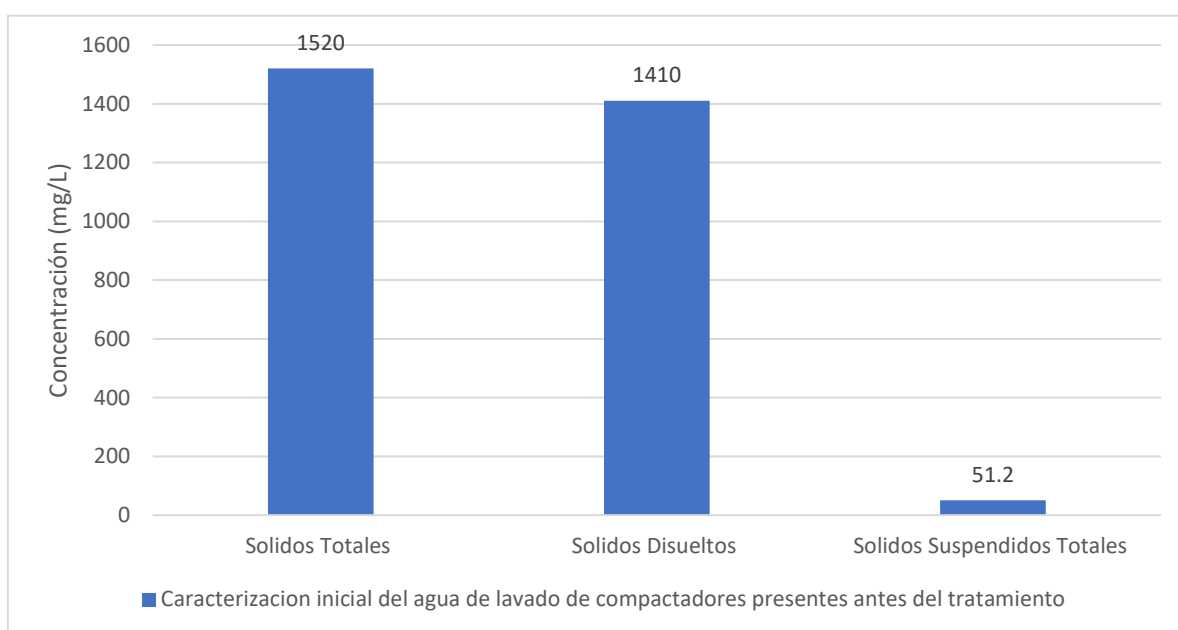


Figura 5. Resultados iniciales de Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales de la muestra control.

En la Figura 5, se puede observar los resultados iniciales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores, donde se observó 1520 mg/L de los sólidos totales, 1410 mg/L de los sólidos disueltos y 51.2 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 5, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de la muestra control, que fueron los siguientes:

Tabla 5. *Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno inicial*

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|-----------|---|---|---|
| M_CONTROL | 0 | 1131.0 | 580.4 |

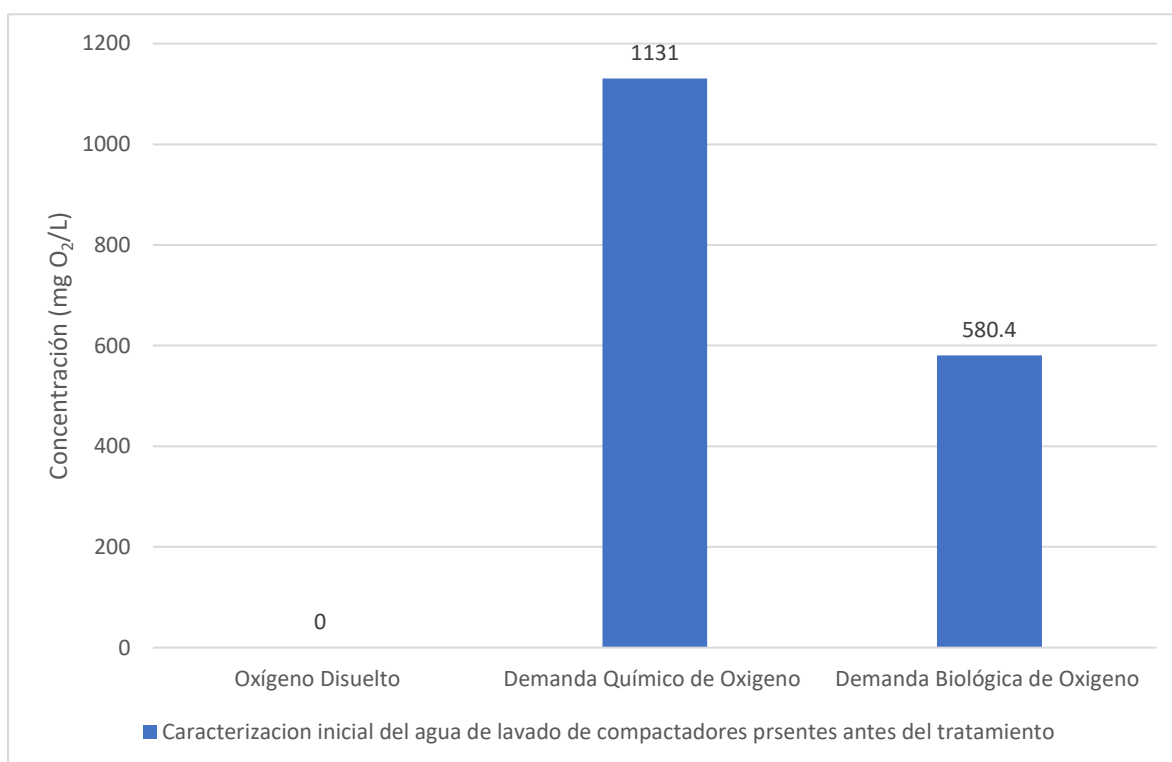


Figura 6. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno de la muestra control.

En la Figura 6, se puede observar los resultados iniciales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno inicial de las aguas de lavado de compactadores, donde se observó 0 mg O₂/L, 1131.0 mg O₂/L de demanda química de oxígeno y 580.4 mg O₂/L de demanda Biológica de Oxígeno.

4.2. Caracterización final del agua de lavado de compactadores después del tratamiento.

✓ Primer Tiempo: 15 minutos

En la Tabla 6, se tomaron los resultados de los parámetros de fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 15 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 6. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 15 minutos

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_15 | 23.5 | 4.54 | 2819 | 118.6 | 337 |

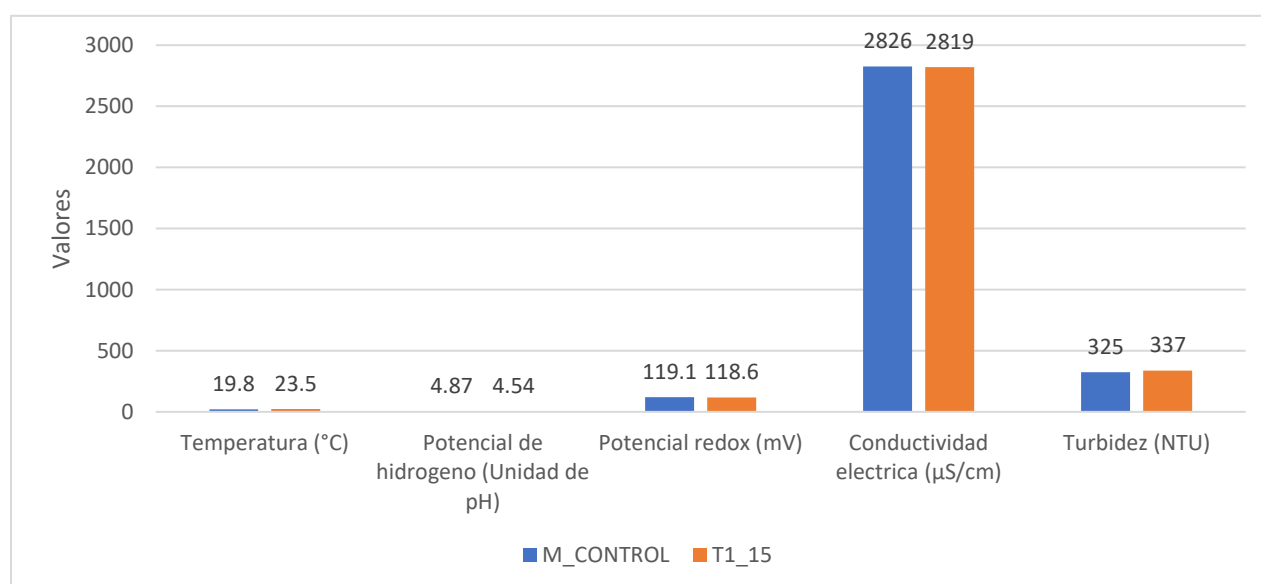


Figura 7. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 15 minutos

En la Figura 7, se puede observar los resultados de los parámetros físico-químicos de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 15 minutos, donde la temperatura fue de 23.8 °C, el pH 4.54, la conductividad eléctrica 2819 μS/cm, el potencial redox 118.6 mV y la turbidez 337 NTU.

En la Tabla 7, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 15 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 7. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 15 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_15 | 1487 | 1334 | 49.6 |

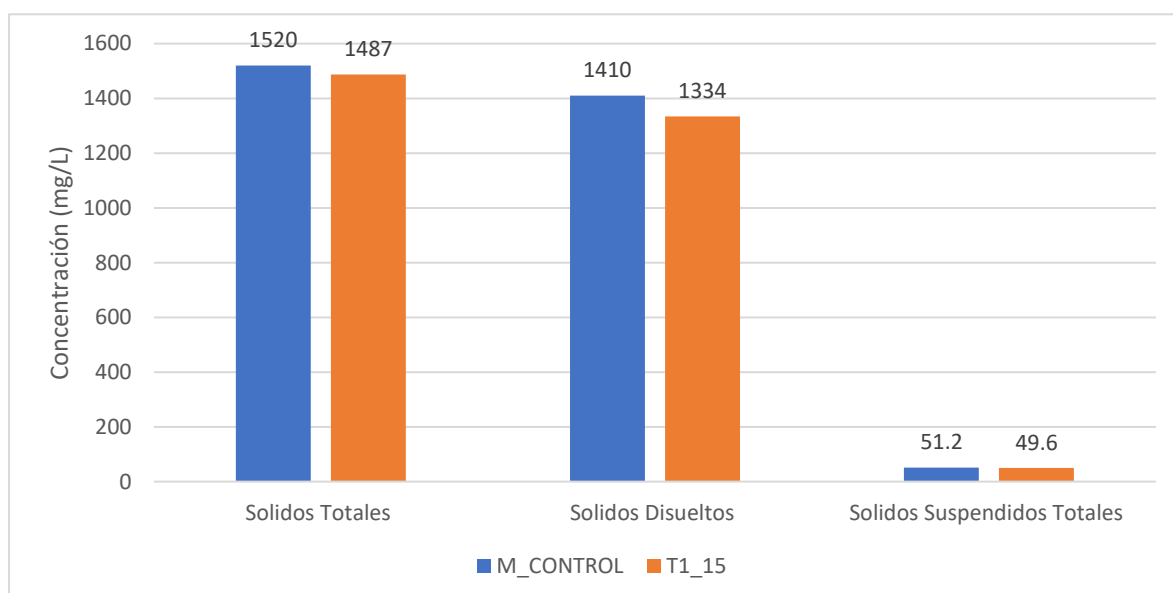


Figura 8. Resultados de los Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 15 minutos

En la Figura 8, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 15 min, donde se observó 1487 mg/L de los sólidos totales, 1334 mg/L de los sólidos disueltos y 49.6 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 8, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 15 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 8. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 15 minutos

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_15 | 3.43 | 984.3 | 481.3 |

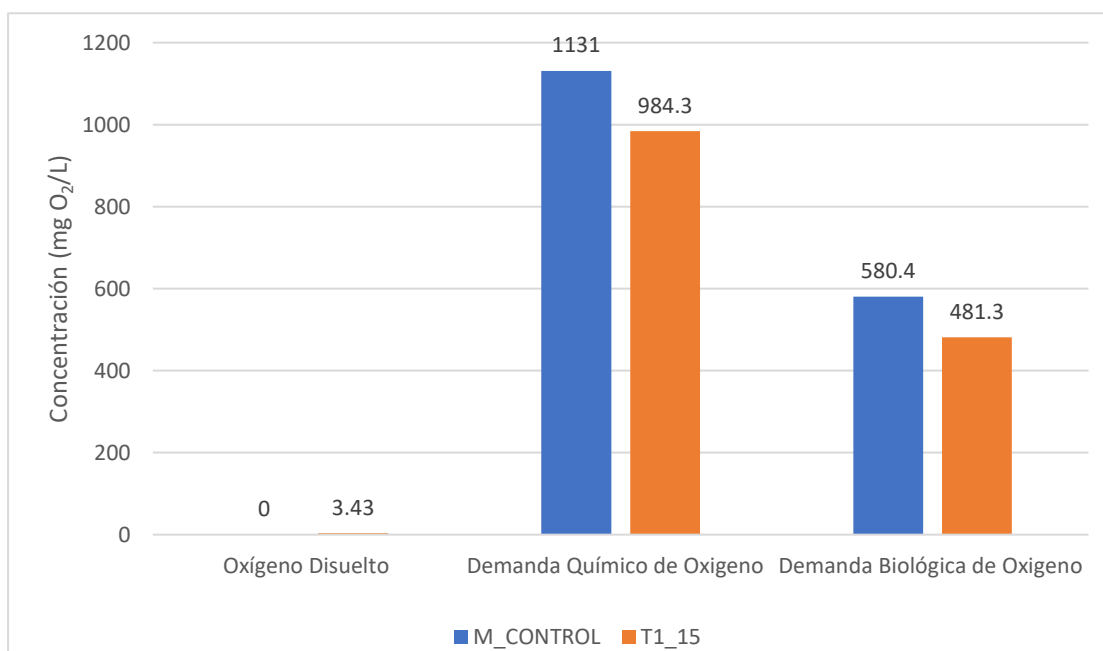


Figura 9. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 15 minutos.

En la Figura 9, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 15 min con un oxígeno disuelto de 3.43 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 984.3 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 481.3 mgO₂/L.

✓ Segundo tiempo: 30 minutos

En la Tabla 9, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento con 30 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 9. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 30 minutos

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_30 | 25.1 | 4.92 | 2802 | 118.0 | 346 |

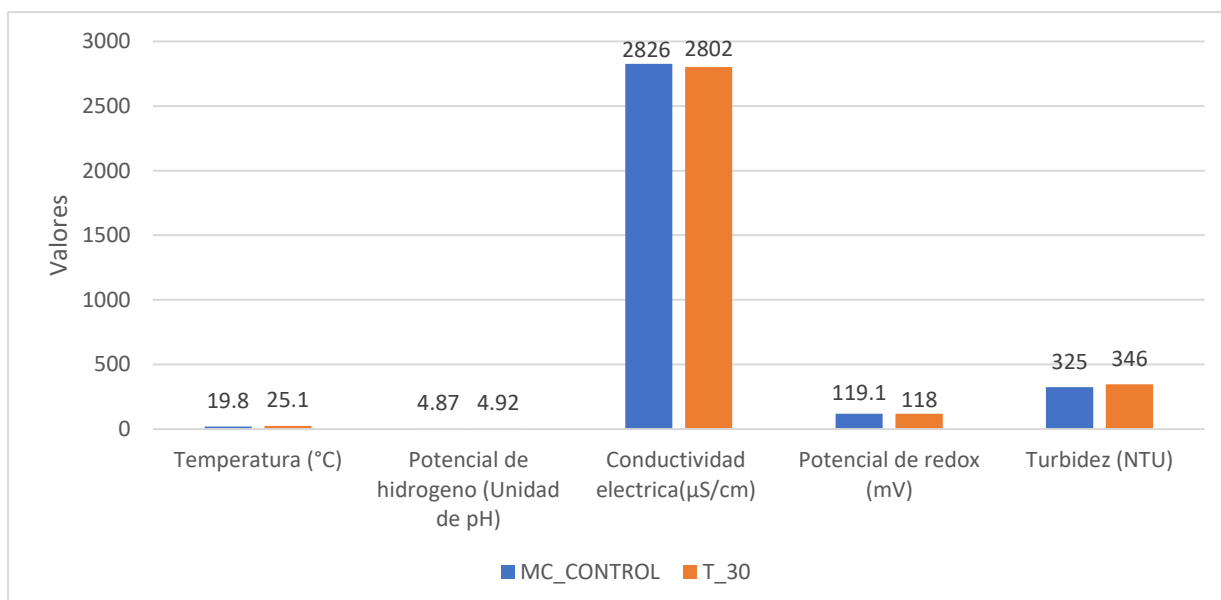


Figura 10. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de las muestras finales del tratamiento de 30 minutos.

En la Figura 10, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 30 minutos, donde la temperatura fue de 25.1 °C, el pH 4.92, la conductividad eléctrica 2802 μS/cm, el potencial redox 118.0 mV y la turbidez 346 NTU.

En la Tabla 10, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 30 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 10. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 30 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_30 | 1480 | 1358 | 40.2 |

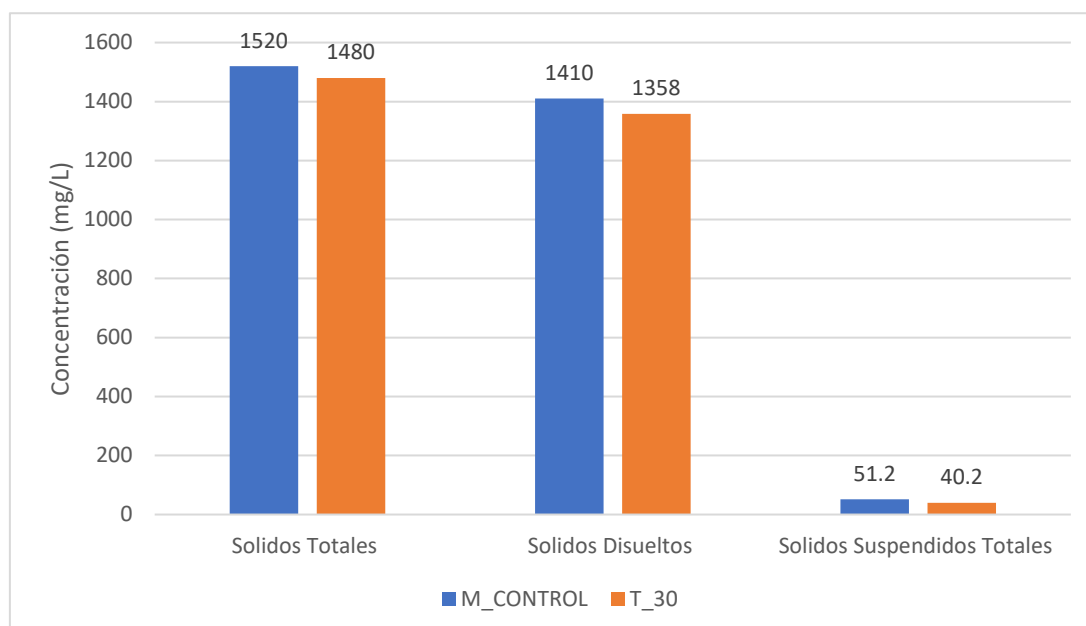


Figura 11. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 30 minutos.

En la Figura 11, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 30 minutos, donde se observó 1480 mg/L de los sólidos totales, 1358 mg/L de los sólidos disueltos y 40.2 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 11, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 30 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 11. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 30 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_30 | 4.54 | 850.6 | 406.2 |

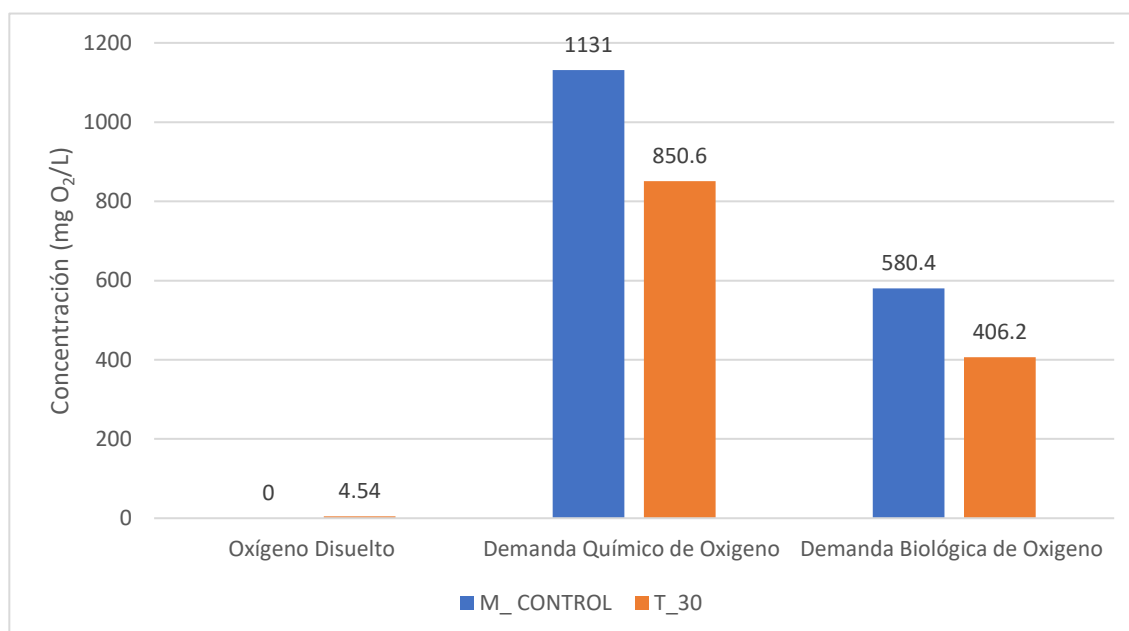


Figura 12. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 30 minutos.

En la Figura 12, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 30 min se obtuvo un oxígeno disuelto de 4.54 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 850.6 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 406.2 mgO₂/L.

✓ Tercer tiempo: 45 minutos

En la Tabla 12, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 45 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 12. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de muestra final después del tratamiento de 45 minutos.

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_45 | 25.7 | 4.98 | 2770 | 117.4 | 334 |

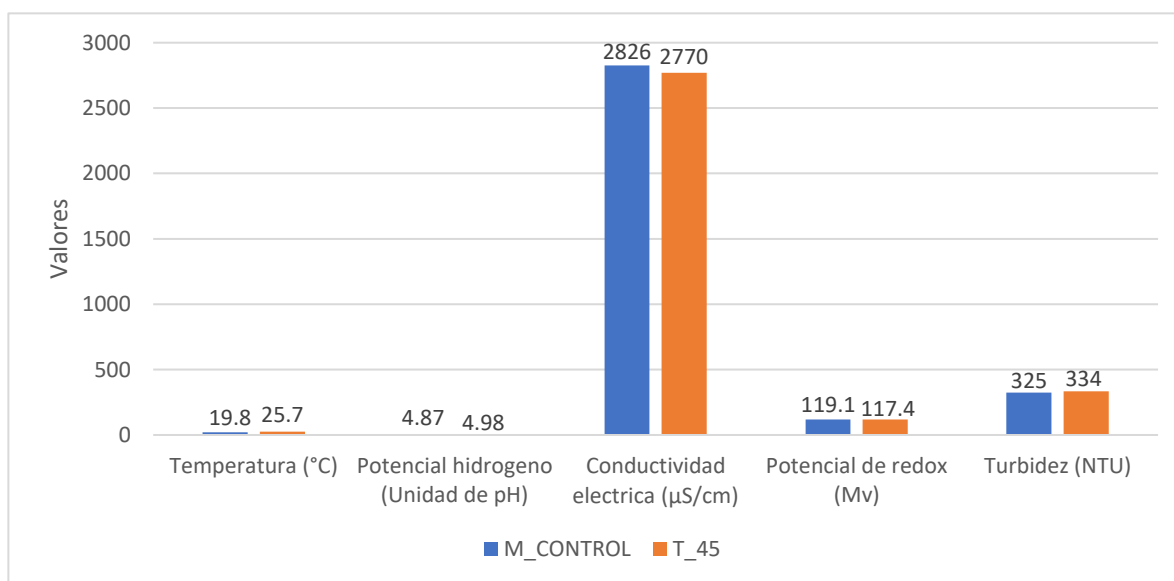


Figura 13. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 45 minutos.

En la Figura 13, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 45 minutos, donde la temperatura fue de 25.7 °C, el pH 4.98, la conductividad eléctrica 2770 μS/cm, el potencial redox 117.4 mV y la turbidez 334 NTU.

En la Tabla 13, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 45 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 13. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 45 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_45 | 1465 | 2352 | 48.3 |

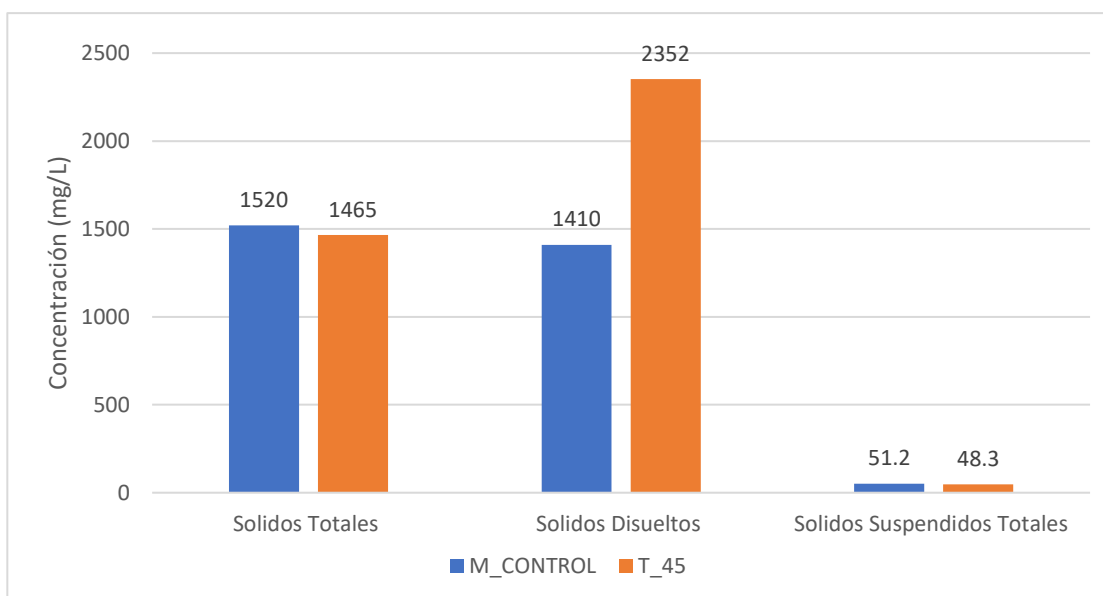


Figura 14. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 45 minutos.

En la Figura 14, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 45 min, donde se observó 1465 mg/L de los sólidos totales, 2352 mg/L de los sólidos disueltos y 48.3 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 14, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 45 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 14. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 45 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_45 | 5.04 | 815.3 | 395.1 |

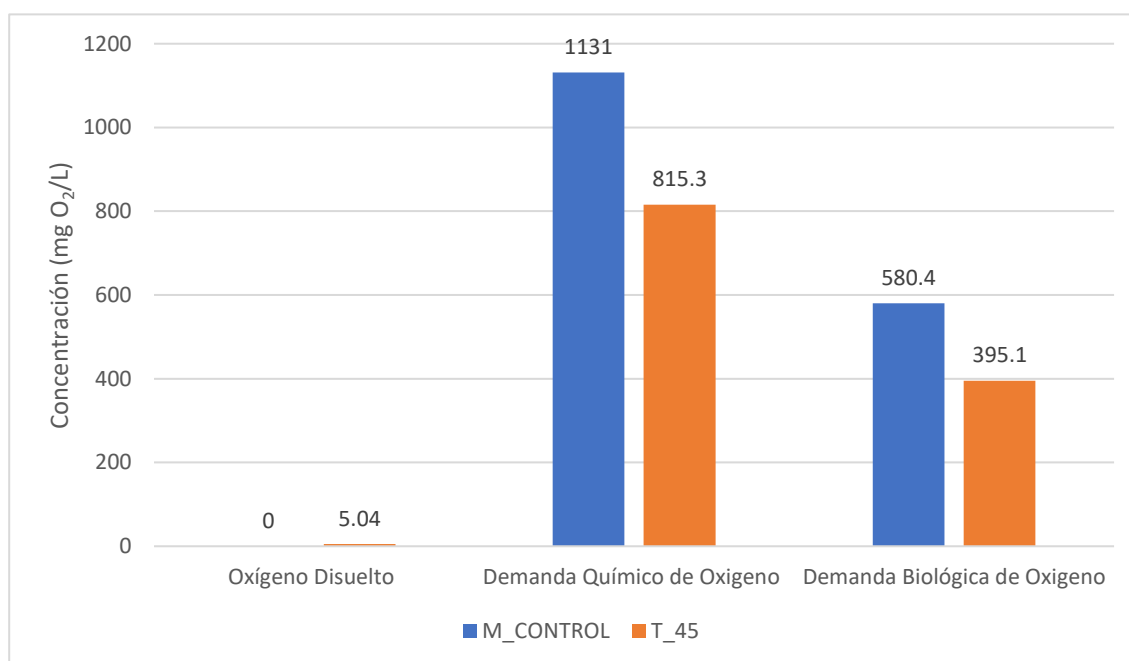


Figura 15. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después del tratamiento de 45 minutos.

En la Figura 15, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 45 min se obtuvo un oxígeno disuelto de 5.04 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 815.3 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 395.1 mgO₂/L.

✓ Cuarto tiempo: 60 minutos

En la Tabla 15, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento con 60 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 15. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 60 minutos.

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_60 | 28.8 | 5.05 | 2785 | 116.6 | 346 |

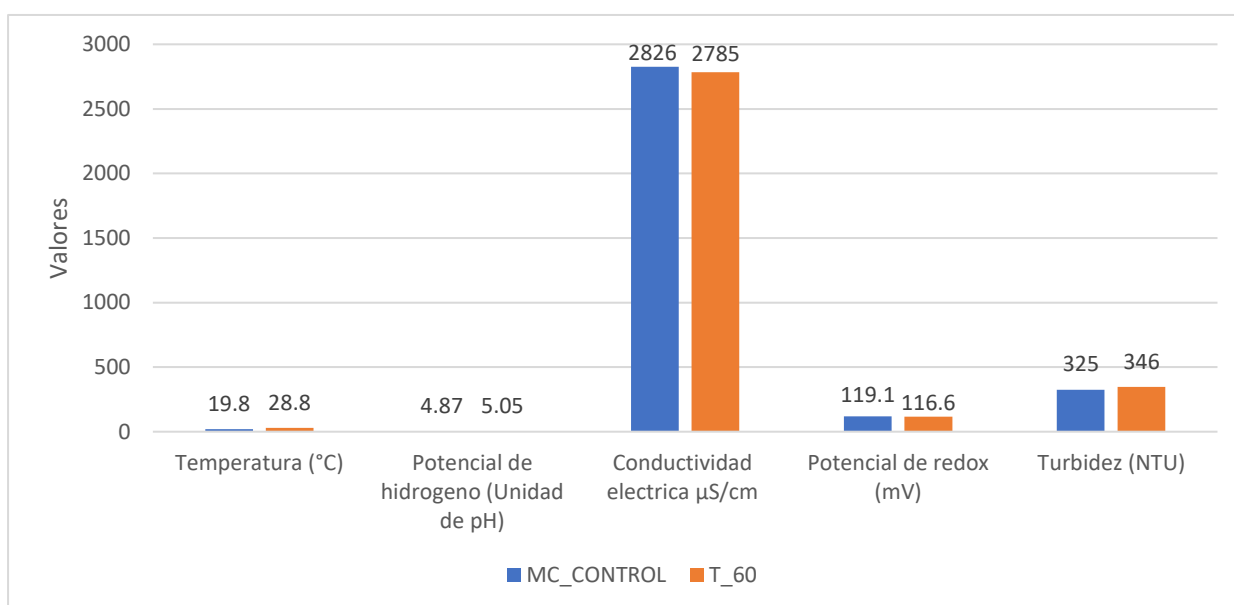


Figura 16. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 60 minutos.

En la Figura 16, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 60 minutos, donde la temperatura fue de 28.8 °C, el pH 5.05, la conductividad eléctrica 2785 μS/cm, el potencial redox 116.6 mV y la turbidez 346 NTU.

En la Tabla 16, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 60 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 16. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 60 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales mg/L | Sólidos Disueltos mg/L | Sólidos Suspendidos Totales mg/L |
|--------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| T_60 | 1458 | 2360 | 47.2 |

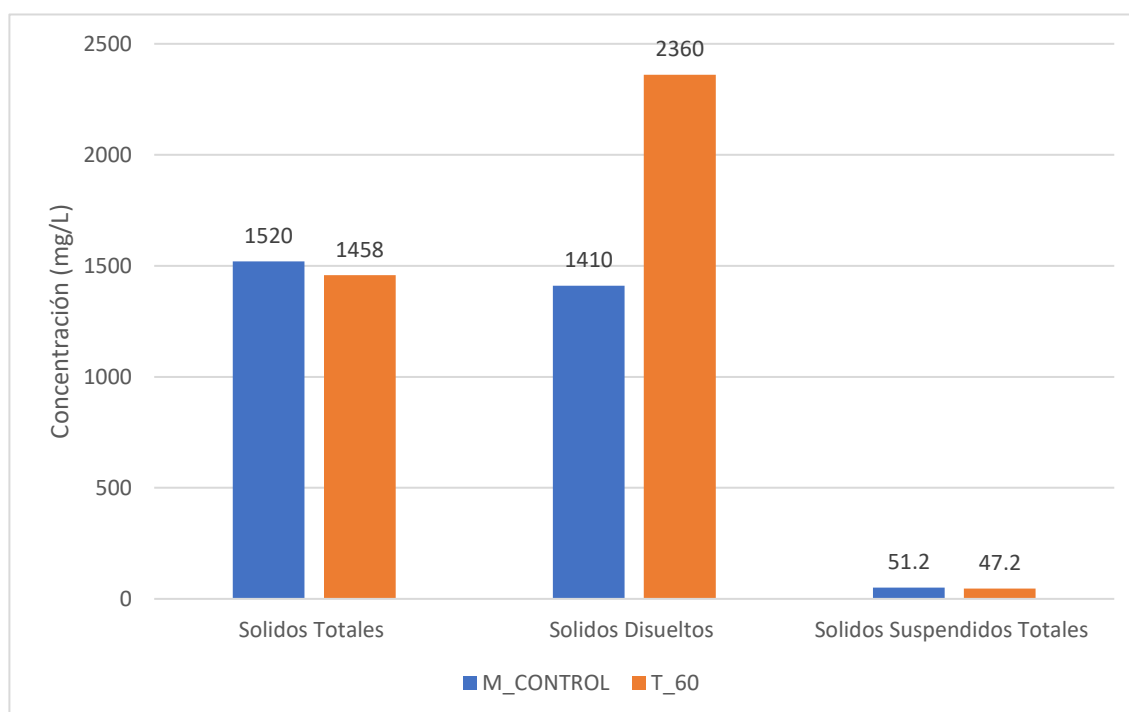


Figura 17. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 60 minutos.

En la Figura 17, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 60 minutos, donde se observó 1458 mg/L de los sólidos totales, 2360 mg/L de los sólidos disueltos y 47.2 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 17, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 60 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 17. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 60 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_60 | 5.11 | 794.2 | 378.4 |

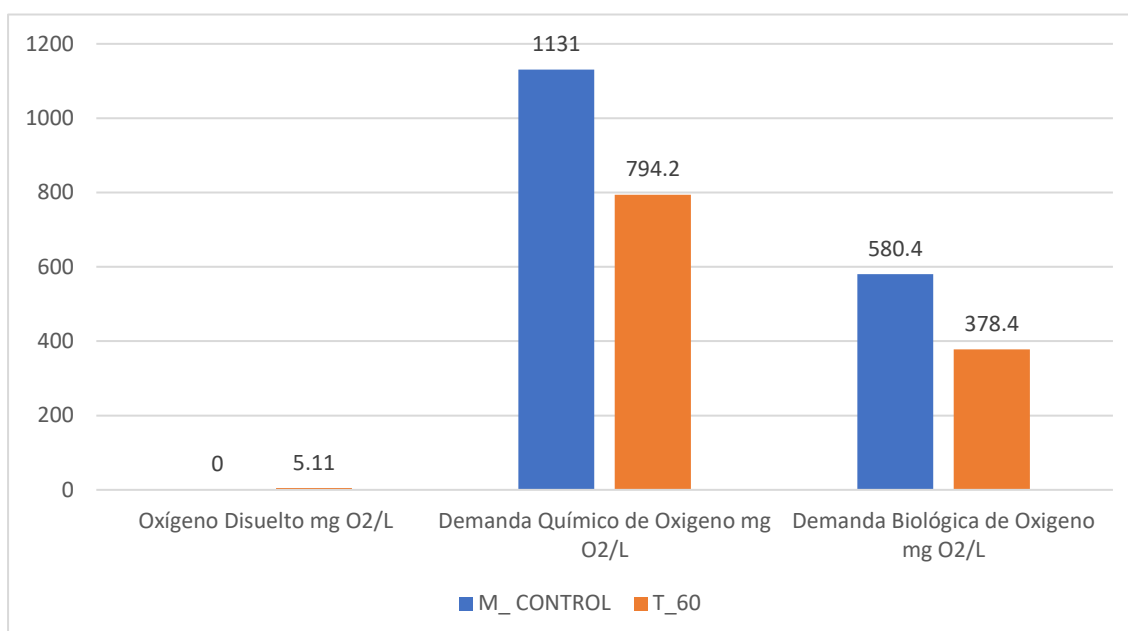


Figura 18. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 60 minutos.

En la Figura 18, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 60 minutos se obtuvo un oxígeno disuelto de 5.11 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 794.2 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 378.4 mgO₂/L.

✓ Quinto Tiempo: 75 minutos

En la Tabla 18, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento con 75 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 18. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento de 75 minutos

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_75 | 30.3 | 5.08 | 2798 | 116.2 | 352 |

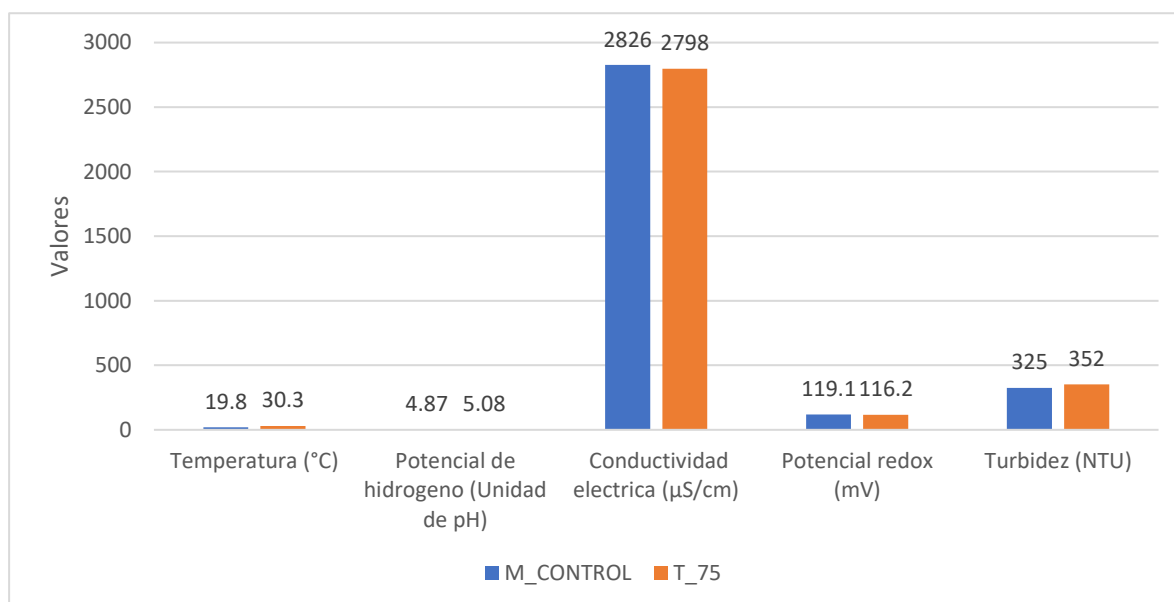


Figura 19. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 75 minutos.

En la Figura 19, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímico de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 75 minutos, donde la temperatura fue de 30.3 °C, el pH 5.08, la conductividad eléctrica 2798 μS/cm, el potencial redox 116.2 mV y la turbidez 352 NTU.

En la Tabla 19, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 75 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 19. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 75 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_75 | 1446 | 2391 | 46.1 |

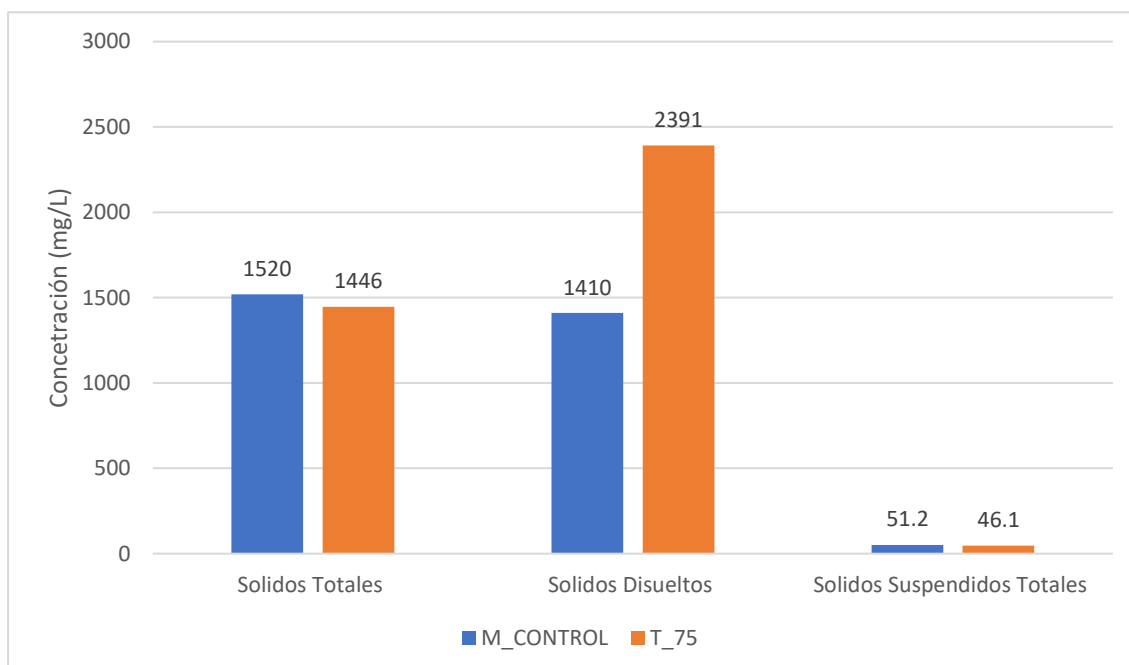


Figura 20. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 75 minutos.

En la Figura 20, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 75 minutos, donde se observó 1446 mg/L de los sólidos totales, 2391 mg/L de los sólidos disueltos y 46.1 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 20, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 75 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 20. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 75 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_75 | 5.25 | 760.3 | 355.3 |

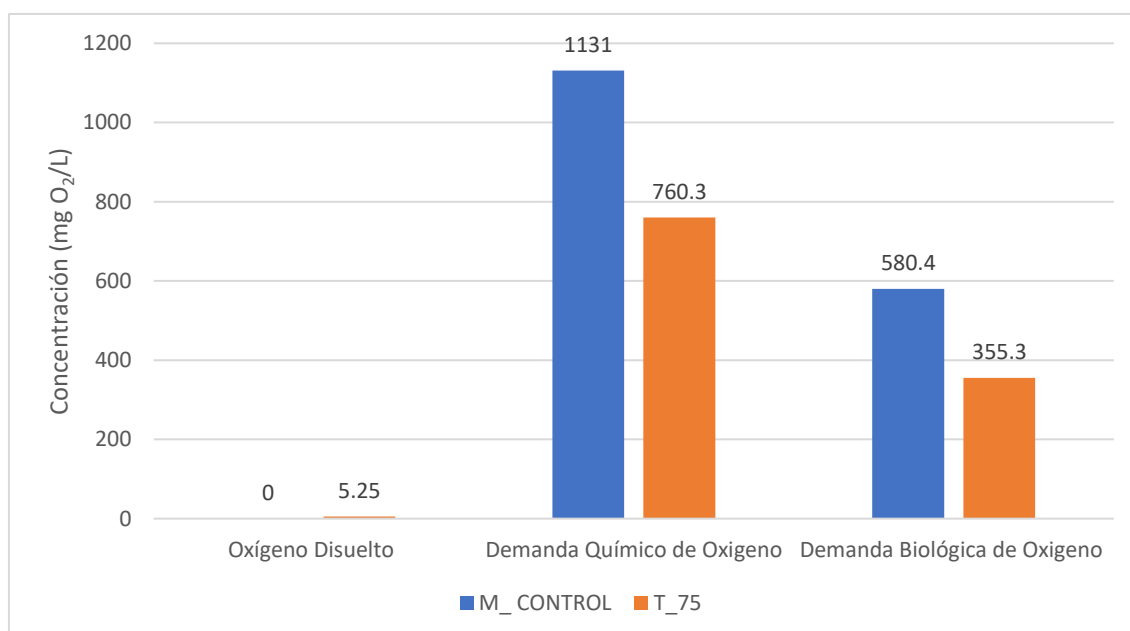


Figura 21. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 75 minutos.

En la Figura 21, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 75 minutos se obtuvo un oxígeno disuelto de 5.11 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 760.3 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 355.3 mgO₂/L.

✓ Sexto Tiempo: 90 minutos

En la Tabla 21, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento con 90 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 21. Resultados de los parámetros fisicoquímico de la muestra final después del tratamiento de 90 minutos.

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_90 | 31.4 | 5.13 | 2805 | 115.5 | 363 |

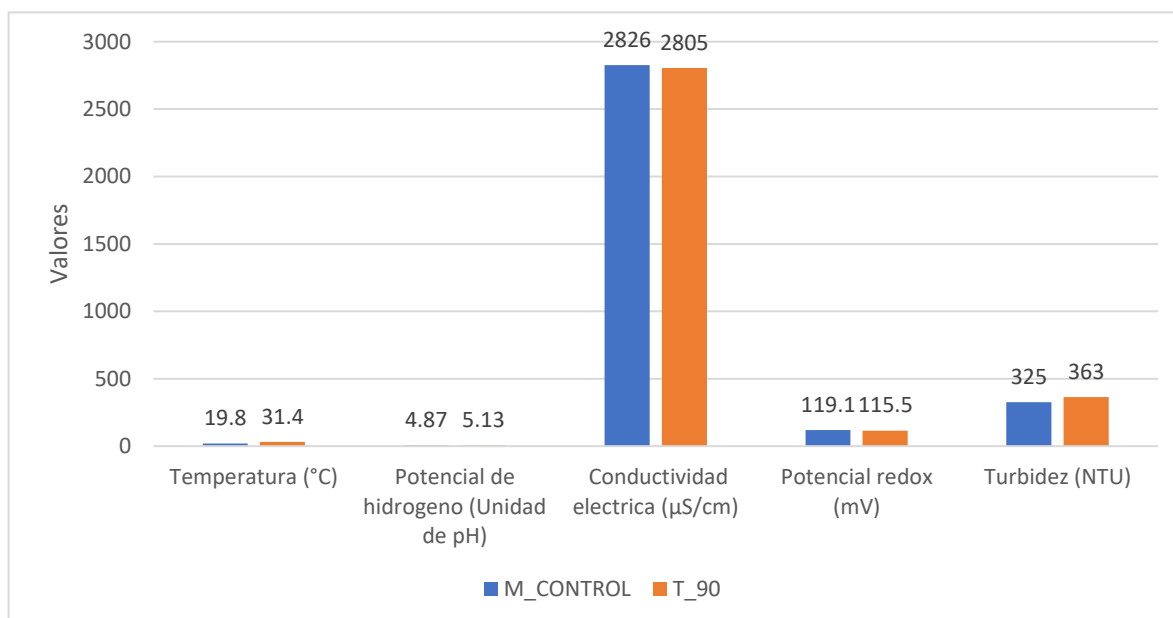


Figura 22. Resultados de los parámetros fisicoquímico de la muestra final del tratamiento de 90 minutos.

En la Figura 22, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 90 minutos, donde la temperatura fue de 31.4 °C, el pH 5.13, la conductividad eléctrica 2805 μS/cm, el potencial redox 115.5 mV y la turbidez 363 NTU.

En la Tabla 22, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 90 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 22. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 90 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_90 | 1437 | 2398 | 45.8 |

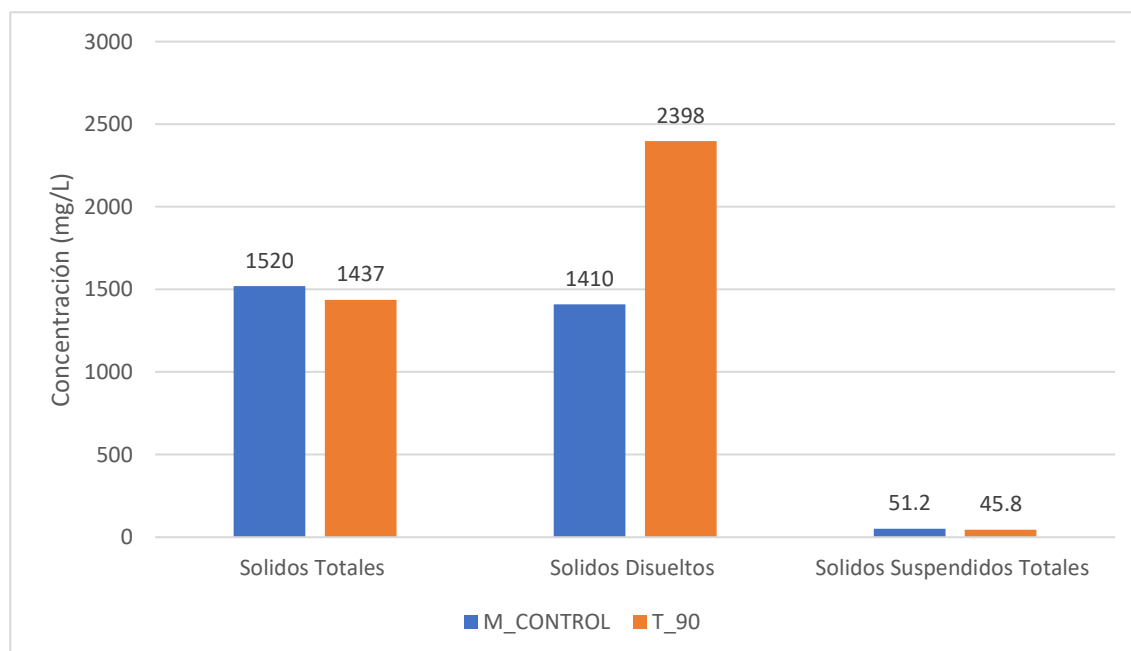


Figura 23. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 90 minutos.

En la Figura 23, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 90 minutos, donde se observó 1437 mg/L de los sólidos totales, 2398 mg/L de los sólidos disueltos y 45.8 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 23, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 90 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 23. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 90 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Químico de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_90 | 5.34 | 741.7 | 348.5 |

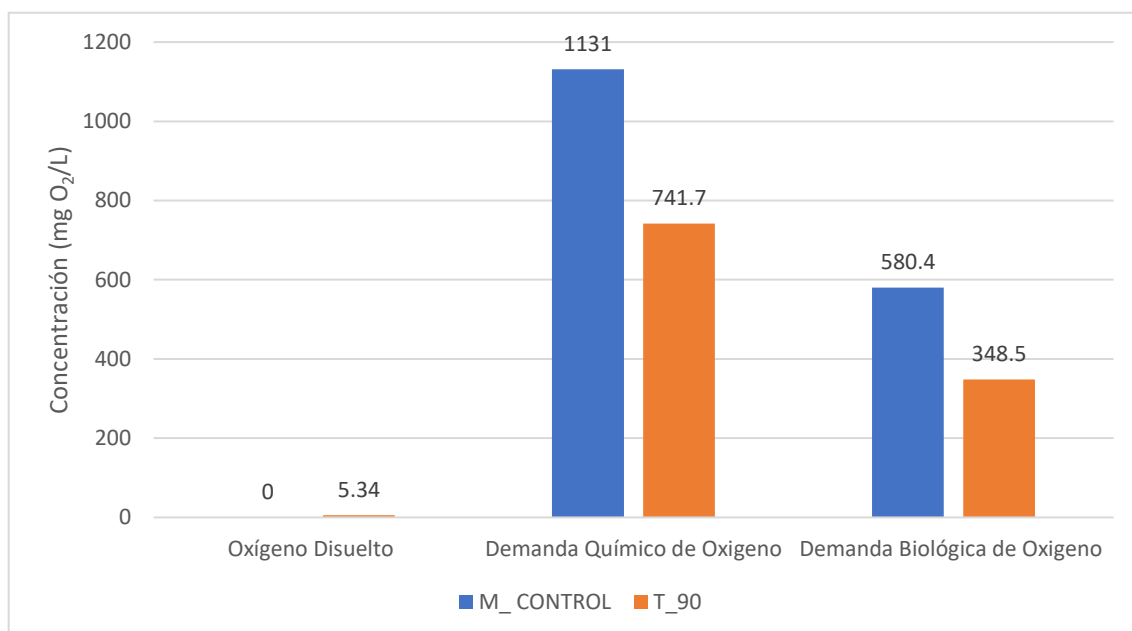


Figura 24. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 90 minutos.

En la Figura 24, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 90 minutos se obtuvo un oxígeno disuelto de 5.34 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 741.7 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 348.5 mgO₂/L.

✓ Séptimo Tiempo: 105 minutos

En la Tabla 21, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento con 105 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 24. Resultados de los parámetros fisicoquímicos muestras finales después del tratamiento de 105 minutos.

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_105 | 32.6 | 5.15 | 2818 | 113.6 | 375 |

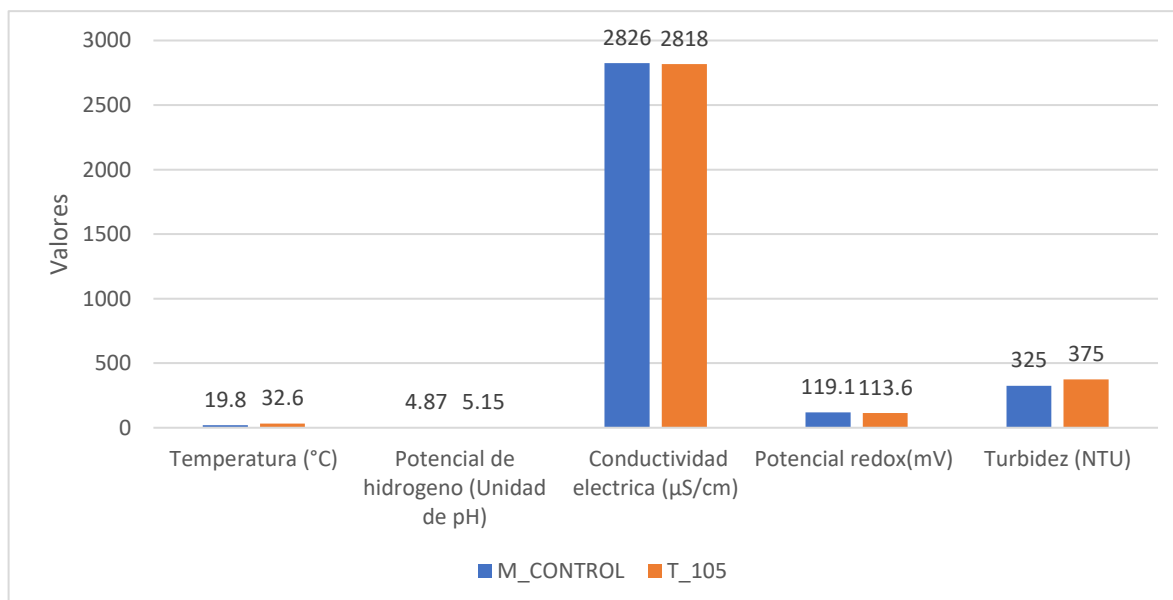


Figura 25. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 105 minutos.

En la Figura 25, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 105 minutos, donde la temperatura fue de 32.6 °C, el pH 5.15, la conductividad eléctrica 2818 μS/cm, el potencial redox 113.6 mV y la turbidez 375 NTU.

En la Tabla 25, se analizó los sólidos suspendidos totales, solidos disueltos y solidos suspendidos totales de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 105 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 25. *Solidos Totales, Solidos Disueltos y Solidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 105 minutos.*

| CÓDIGO | Solidos Totales (mg/L) | Solidos Disueltos (mg/L) | Solidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_105 | 1438 | 2404 | 44.6 |

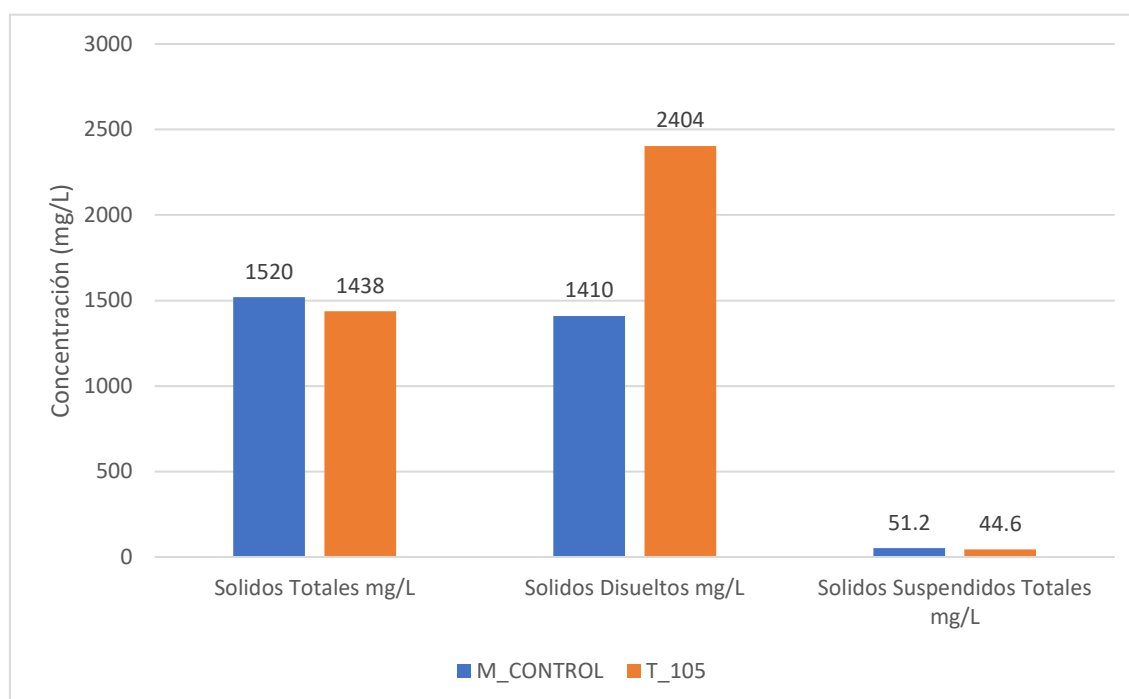


Figura 26. Resultados finales de los Solidos totales, Solidos disueltos y Solidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 90 minutos.

En la Figura 26, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, solidos disueltos y solidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 105 minutos, donde se observó 1438 mg/L de los sólidos totales, 2404 mg/L de los sólidos disueltos y 44.6 mg/L de solidos suspendidos totales.

En la Tabla 26, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de los resultados de las muestras finales después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 105 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 26. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 105 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_105 | 5.41 | 722.6 | 335.2 |

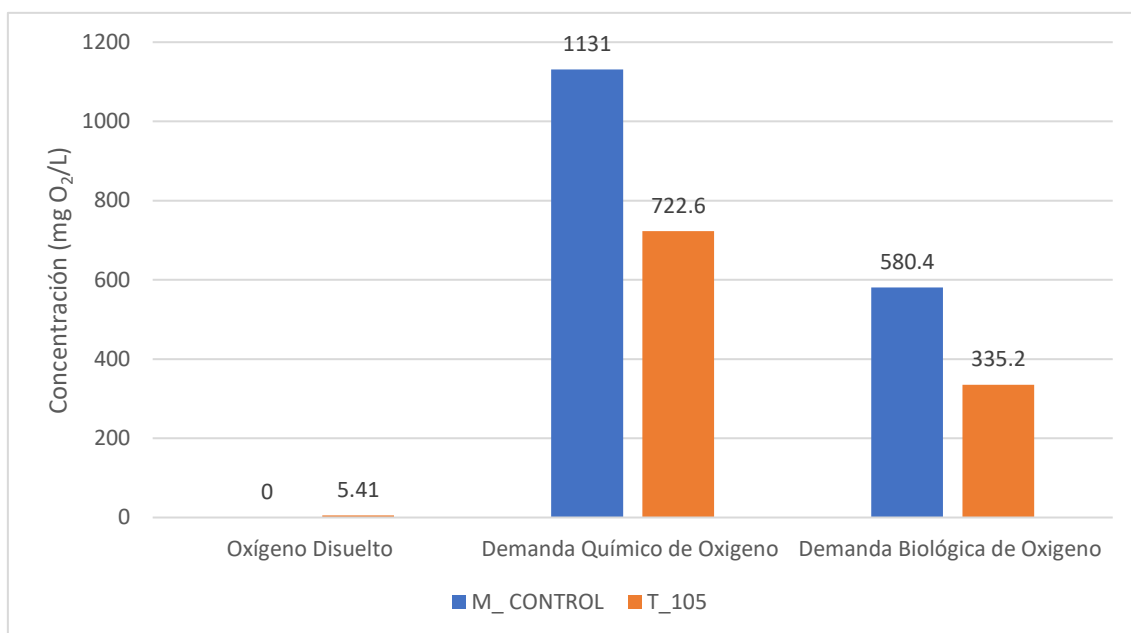


Figura 27. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 90 minutos.

En la Figura 27, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 105 minutos se obtuvo un oxígeno disuelto de 5.41 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 722.6 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 335.2 mgO₂/L.

✓ Octavo Tiempo: 120 minutos

En la Tabla 27, se tomaron los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento con 120 minutos utilizando como instrumento el reactor de plasma de barrera dieléctrica, que fueron los siguientes:

Tabla 27. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 120 minutos.

| CODIGO | Temperatura (°C) | Potencial de hidrogeno (Unidad de pH) | Conductividad eléctrica (μS/cm) | Potencial de redox (mV) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| T_120 | 36.2 | 5.23 | 2820 | 111.6 | 378 |

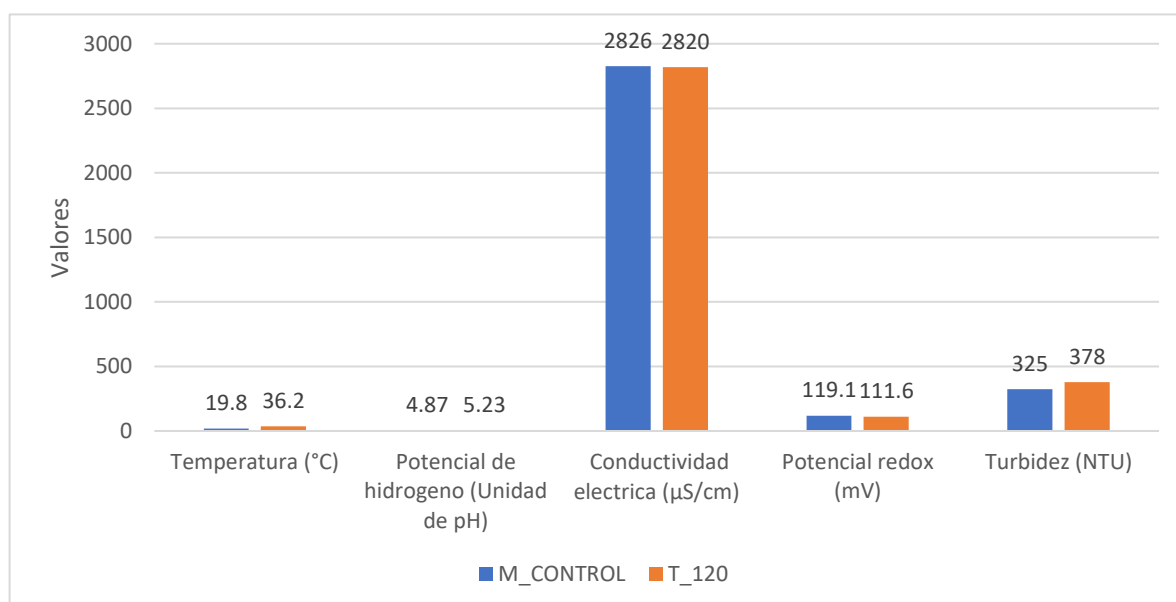


Figura 28. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final del tratamiento de 120 minutos.

En la Figura 28, se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra final después del tratamiento luego de ser utilizado por el reactor plasma de barrera dieléctrica que se realizó en un tiempo de 120 minutos, donde la temperatura fue de 36.2 °C, el pH 5.23, la conductividad eléctrica 2820 μS/cm, el potencial redox 111.6 mV y la turbidez 378 NTU.

En la Tabla 28, se analizó los sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de los resultados de las muestras finales después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 120 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 28. *Sólidos Totales, Sólidos Disueltos y Sólidos Suspendidos Totales final después del tratamiento de 120 minutos.*

| CÓDIGO | Sólidos Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) |
|--------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| T_120 | 1431 | 2412 | 42.3 |

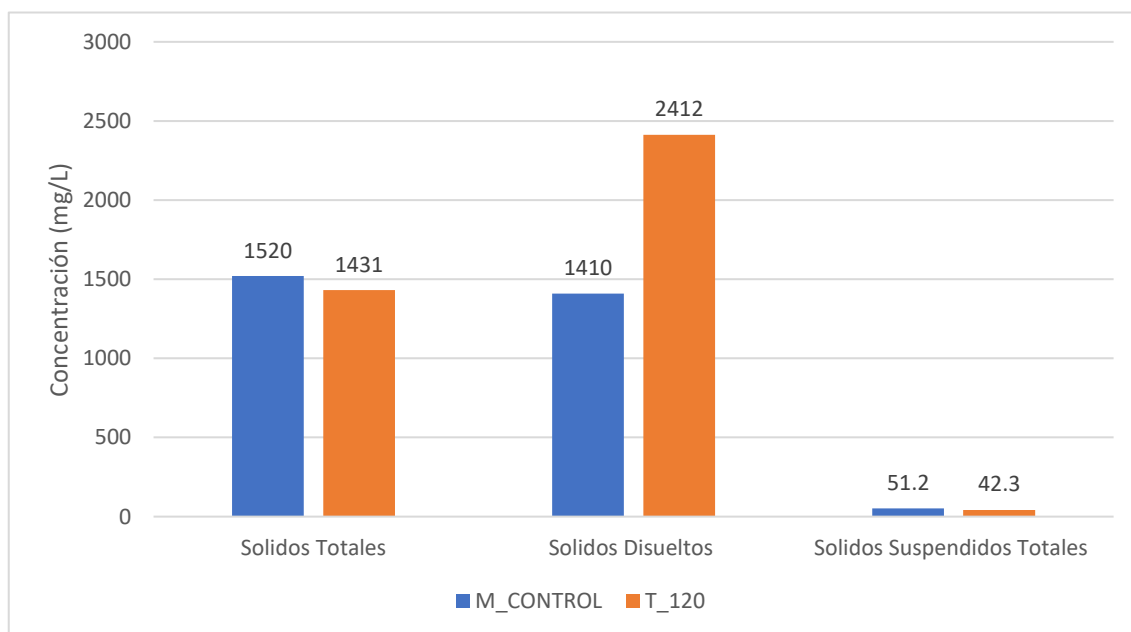


Figura 29. Resultados finales de los Sólidos totales, Sólidos disueltos y Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento de 120 minutos.

En la Figura 29, se puede observar los resultados finales de los sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 120 minutos, donde se observó 1431 mg/L de los sólidos totales, 2412 mg/L de los sólidos disueltos y 42.3 mg/L de sólidos suspendidos totales.

En la Tabla 29, se analizó el oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de los resultados de la muestra final después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica con un periodo de 120 minutos, que fueron los siguientes:

Tabla 29. Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después tratamiento de 120 minutos.

| CÓDIGO | Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L) | Demanda Químico de Oxígeno (mg O ₂ /L) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg O ₂ /L) |
|--------|---|---|---|
| T_120 | 5.54 | 654.2 | 312.7 |

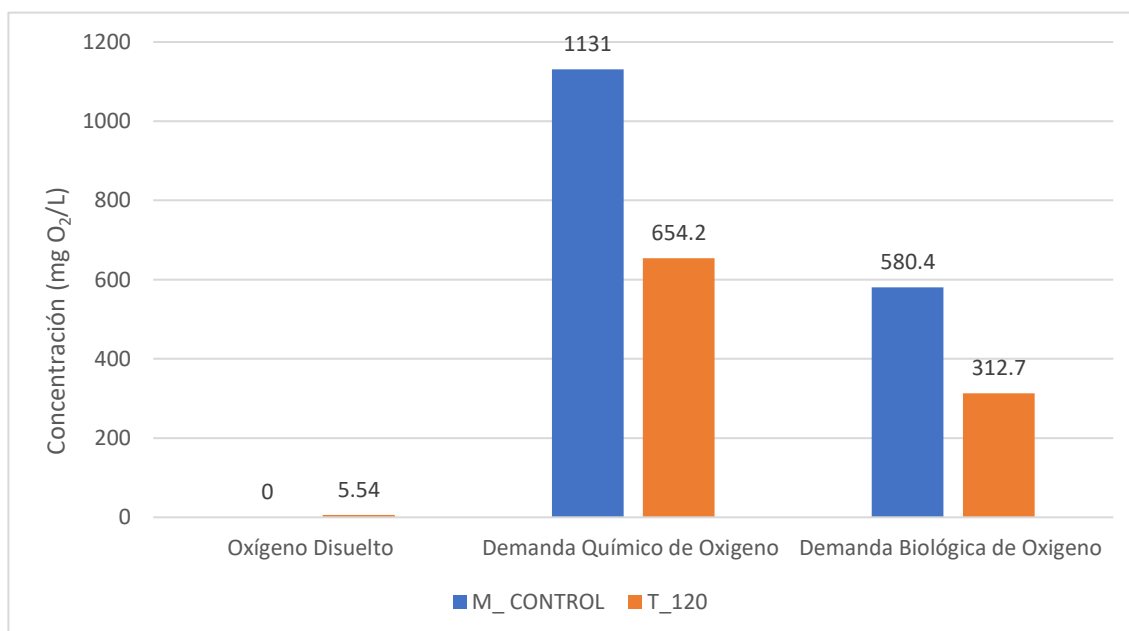


Figura 30. Resultados del Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno final después de 120 minutos.

En la Figura 30, se puede observar los resultados finales del oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno de las aguas de lavado de compactadores que se realizó en 120 minutos se obtuvo un oxígeno disuelto de 5.54 mgO₂/L, la demanda química de oxígeno 654.2 mgO₂/L y la demanda biológica de oxígeno 312.7 mgO₂.

En la Tabla 30, se muestra el resumen de los resultados iniciales y después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica y el porcentaje de variación del último tiempo, se observó lo siguiente:

Tabla 30. *Parámetros iniciales y después del y tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica*

| FICHA 3 | | TABLA DE CARACTERIZACION FINAL DEL AGUA | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---|--------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|------------|
| TITULO | | Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021 | | | | | | | | | | |
| LINEAS DE INVESTIGACIÓN: | | Calidad Y Gestión de Recursos Naturales | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES | | Jorge Adrian Ollivera Cahuana / Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga | | | | | | | | | | |
| ASESOR | | Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | | | | | | | | | | |
| CODIGO DE MUESTRA | VOLUMEN (L) | Parámetros Fisicoquímicos | | | | | | | | | | |
| | | T (°C) | Conductividad (µS/cm) | Turbidez (NTU) | DBO (mg O ₂ /L) | DQO (mg O ₂ /L) | OD (mg O ₂ /L) | ST (mg O ₂ /L) | SD (mg O ₂ /L) | SST (mg O ₂ /L) | pH Unidad de pH | Eh (mV) |
| M-C | 1 | 22.8 | 2826 | 325 | 580.4 | 1131 | 0 | 1520 | 1410 | 51.2 | 4.87 | 119.1 |
| T-15 | 1 | 23.5 | 2819 | 337 | 481.3 | 984.3 | 3.43 | 1487 | 1334 | 49.6 | 4.54 | 118.6 |
| T-30 | 1 | 25.0 | 2802 | 346 | 406.2 | 850.6 | 4.54 | 1480 | 1358 | 40.2 | 4.92 | 118.0 |
| T-45 | 1 | 25.7 | 2770 | 334 | 395.1 | 815.3 | 5.04 | 1465 | 2352 | 48.3 | 4.98 | 117.4 |
| T-60 | 1 | 28.8 | 2785 | 346 | 378.4 | 794.2 | 5.11 | 1458 | 2360 | 47.2 | 5.05 | 116.6 |
| T-75 | 1 | 30.3 | 2798 | 352 | 355.3 | 760.3 | 5.25 | 1446 | 2391 | 46.1 | 5.08 | 116.2 |
| T-90 | 1 | 31.4 | 2805 | 363 | 348.5 | 741.7 | 5.34 | 1437 | 2398 | 45.8 | 5.13 | 115.5 |
| T-105 | 1 | 32.6 | 2818 | 375 | 335.2 | 722.6 | 5.41 | 1438 | 2404 | 44.6 | 5.15 | 113.6 |
| T-120 | 1 | 36.2 | 2820 | 378 | 312.7 | 654.2 | 5.54 | 1431 | 2412 | 42.3 | 5.23 | 111.6 |
| Variación (%) de 120 min | | -58.77 | 0.21 | -16.31 | 46.12 | 42.16 | | 5.86 | -71.06 | 17.38 | -7.39 | 6.30 |

En la Tabla 31, se evaluó la relación entre el tiempo y el pH antes y después del tratamiento, que fueron los siguientes:

Tabla 31. Relación entre el tiempo y pH antes y después del tratamiento

| Tiempo | pH | |
|--------|-----------------|-----------------|
| | Muestra control | Muestra tratada |
| 15 | 4.87 | 4.54 |
| 30 | 4.87 | 4.92 |
| 45 | 4.87 | 4.98 |
| 60 | 4.87 | 5.05 |
| 75 | 4.87 | 5.08 |
| 90 | 4.87 | 5.13 |
| 105 | 4.87 | 5.15 |
| 120 | 4.87 | 5.23 |

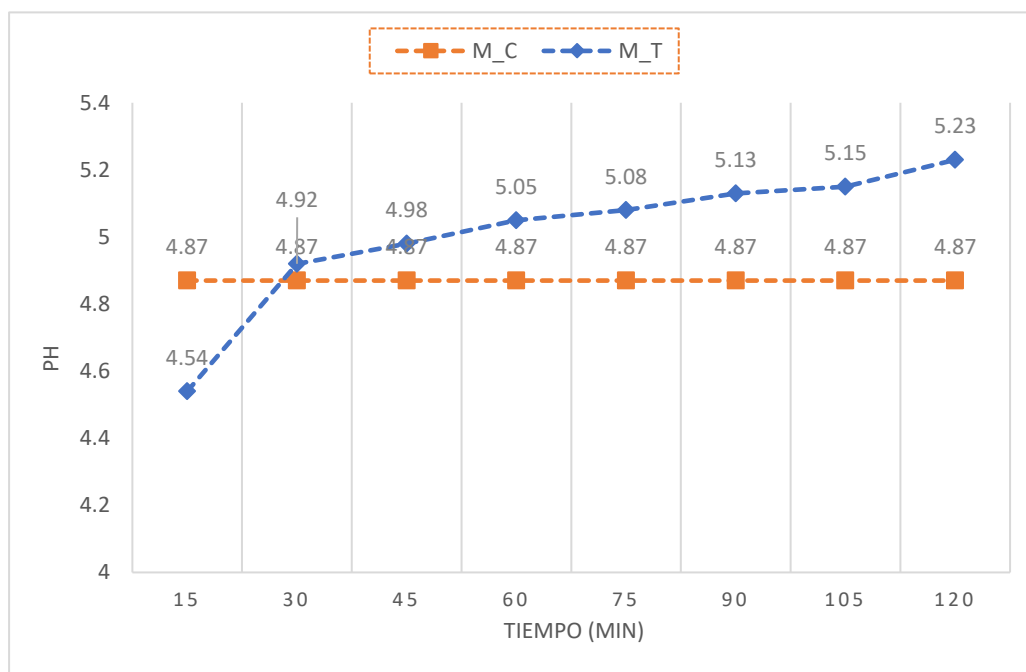


Figura 31. Relación entre el tiempo y el pH antes y después del tratamiento

En la Figura 31, se observa la tendencia de aumento de pH con relación al tiempo, teniendo como parámetro químico inicial del pH es de 4.87 en tiempo 0, luego del tratamiento se observa en el tiempo de 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 minutos tienen un pH de 4.54, 4.92, 4.98, 5.05, 5.08, 5.13, 5.15 y 5.13 respectivamente.

En la Tabla 31, se evaluó la relación entre el tiempo y el oxígeno disuelto antes y después del tratamiento, que fueron los siguientes:

Tabla 32. Relación entre el tiempo y OD antes y después del tratamiento

| Tiempo | OD | |
|--------|-----|------|
| | M_C | M_T |
| 15 | 0 | 3.43 |
| 30 | 0 | 4.54 |
| 45 | 0 | 5.04 |
| 60 | 0 | 5.11 |
| 75 | 0 | 5.25 |
| 90 | 0 | 5.34 |
| 105 | 0 | 5.41 |
| 120 | 0 | 5.54 |

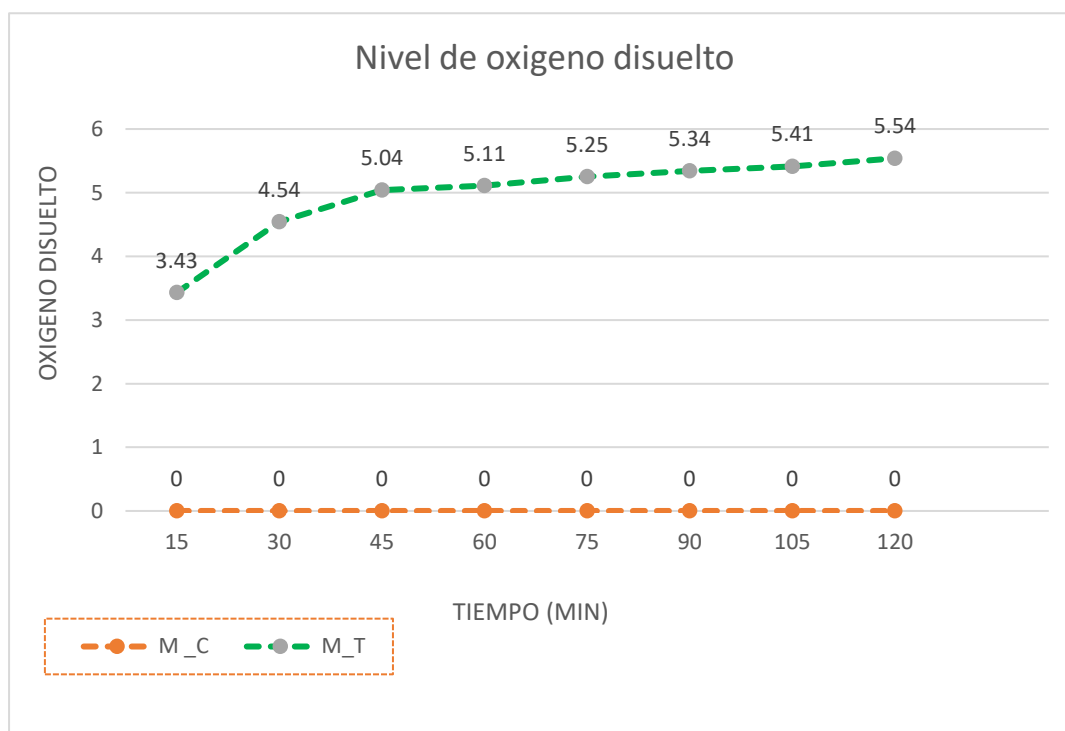


Figura 32. Relación entre el tiempo y el OD antes y después del tratamiento

En la Figura 32, se observa la tendencia de aumento del OD con relación al tiempo, teniendo como parámetro químico inicial del oxígeno disuelto es 0 en tiempo 0, luego del tratamiento se observa en el tiempo de 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 minutos tienen un OD de 3.43, 5.54, 5.04, 5.11, 5.25, 5.34, 5.41 y 5.54 respectivamente.

En la Tabla 33, se evaluó la relación entre el tiempo y el oxígeno disuelto antes y después del tratamiento, que fueron los siguientes:

Tabla 33. Relación entre el tiempo y DQO antes y después del tratamiento

| Tiempo | DQO | |
|--------|------|-------|
| | M_C | M_T |
| 15 | 1131 | 984.3 |
| 30 | 1131 | 850.6 |
| 45 | 1131 | 815.3 |
| 60 | 1131 | 794.2 |
| 75 | 1131 | 760.3 |
| 90 | 1131 | 741.7 |
| 105 | 1131 | 722.6 |
| 120 | 1131 | 654.2 |

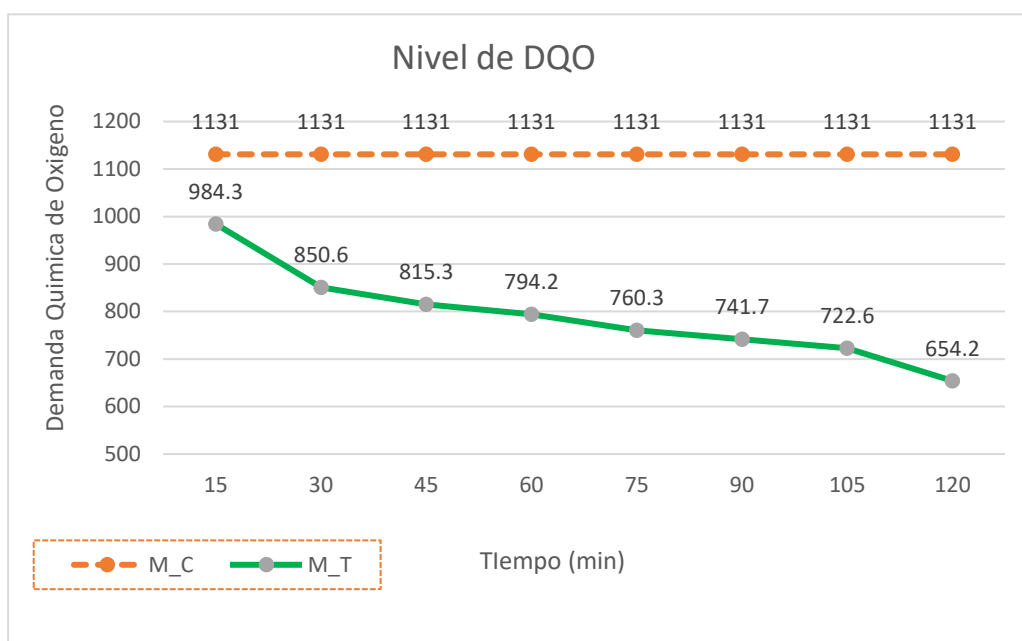


Figura 33. Relación entre el tiempo y DQO antes y después del tratamiento

En la Figura 33, se observa la tendencia de disminución del DQO con relación al tiempo, teniendo como parámetro químico inicial del DQO es 1131 en tiempo 0, luego del tratamiento se observa en el tiempo de 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 minutos tienen un DQO de 984.4, 850.6, 815,3, 794,2, 760.3, 741.7, 722.6 y 654.2 respectivamente.

En la Tabla 34, se evaluó la relación entre el tiempo y la demanda biológica de oxígeno antes y después del tratamiento, que fueron los siguientes:

Tabla 34. Relación entre el tiempo y DBO antes y después del tratamiento

| Tiempo | DBO | |
|--------|-------|-------|
| | M_C | M_T |
| 15 | 580.4 | 481.3 |
| 30 | 580.4 | 406.2 |
| 45 | 580.4 | 395.1 |
| 60 | 580.4 | 378.4 |
| 75 | 580.4 | 355.3 |
| 90 | 580.4 | 348.5 |
| 105 | 580.4 | 335.2 |
| 120 | 580.4 | 312.7 |

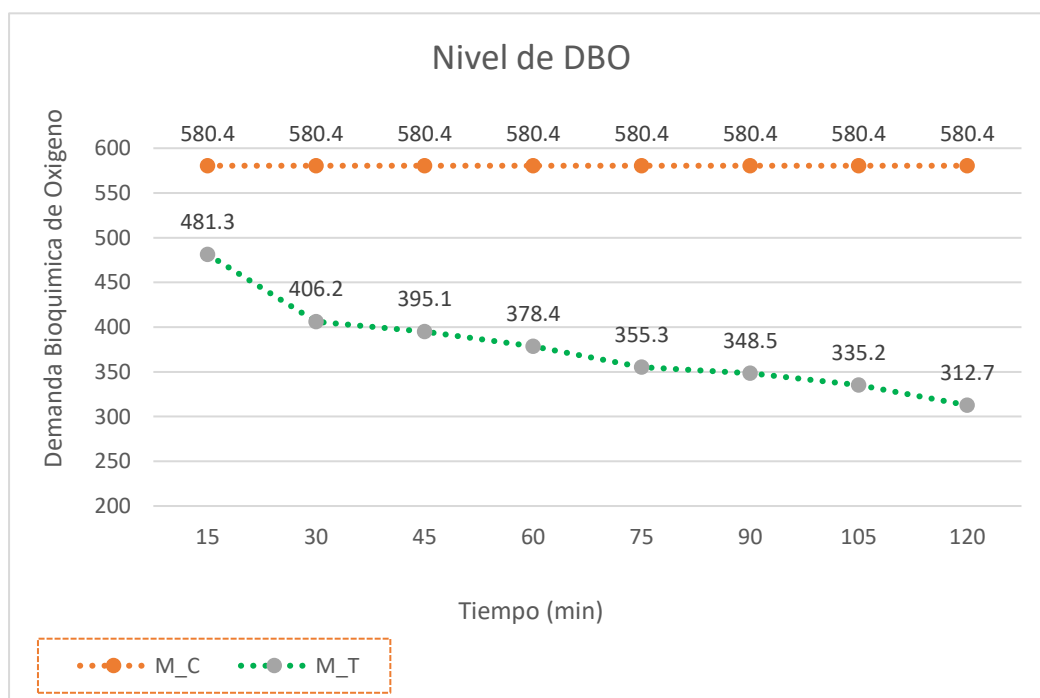


Figura 34. Relación entre el tiempo y el DBO antes y después del tratamiento

En la Figura 33, se observa la tendencia de disminución del DBO con relación al tiempo, teniendo como parámetro químico inicial del DBO es 580.4 en tiempo 0, luego del tratamiento se observa en el tiempo de 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 minutos tienen un DBO de 481.3, 406.2, 395.1 378.4, 355.3, 348.5, 335.2 y 312.7 respectivamente.

En la Tabla 35, se muestra la prueba del porcentaje de reducción del DQO Y DBO de los 9 tiempos empleados, que fueron los siguientes:

Tabla 35. Prueba de reducción del DQO- DBO

| Tiempo (min) | Porcentaje | |
|--------------|-----------------|-----------------|
| | % reducción DQO | % reducción DBO |
| 0 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 17.07 | 12.97 |
| 30 | 30.01 | 24.79 |
| 45 | 31.93 | 27.91 |
| 60 | 34.80 | 29.78 |
| 75 | 38.78 | 32.78 |
| 90 | 39.96 | 34.42 |
| 105 | 42.25 | 36.11 |
| 120 | 46.12 | 42.16 |

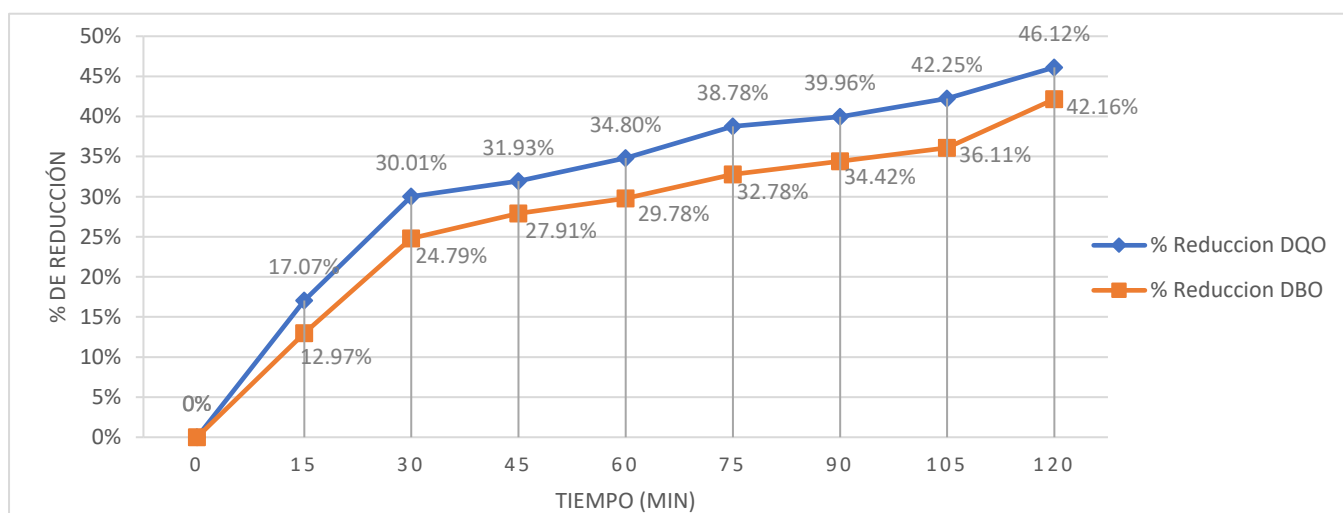


Figura 35. Reducción obtenida del DQO y DBO después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

En la Figura 35 se observa los resultados obtenidos después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica para la reducción del DQO y del DBO. Asimismo, el porcentaje de reducción del tratamiento fue de del 42.16% de DQO y 46.12% de DBO en el tiempo de 120 min. Concluyendo que el reactor de plasma de barreta dieléctrica tiene capacidad de reducir el de DQO y DBO del agua de lavados de compactadores.

PRUEBAS ESTADÍSTICAS DEL TRATAMIENTO DE AGUA DE LAVADO DE COMPACTADORES UTILIZANDO EL REACTOR DE PLASMA DE BARRERA DIELECTRICA

Para verificar el resultado inicial y final con relación a nuestra hipótesis, se realizó la prueba de TUKEY, ya que evaluará el tiempo de tratamiento para ver cuál de ellos es diferente. Ya que estos son modelos estadísticos verídicos:

Tabla 36. Prueba de normalidad de Turbidez, Solidos Disueltos, Solidos Suspendidos Totales y Solidos Totales

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Turbidez (NTU) | ,157 | 9 | ,200 [*] | ,948 | 9 | ,669 |
| Solidos Disueltos (mg/l) | ,392 | 9 | ,000 | ,661 | 9 | ,000 |
| Solidos Suspendidos Totales (mg/l) | ,127 | 9 | ,200 [*] | ,983 | 9 | ,978 |
| Solidos Totales (mg/l) | ,159 | 9 | ,200 [*] | ,918 | 9 | ,375 |

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

b) Regla de decisión

$P > 0.05$ acepta La hipótesis nula de los datos y siguen una distribución normal

$P < 0.05$ Rechazamos la hipótesis nula los datos no siguen una distribución normal

Como los datos son 9, se recomienda usar la prueba de Shapiro – Wilk, por tanto, podemos concluir que los datos no siguen una distribución normal, por tal motivo se recomienda usar una prueba no paramétrica. La turbiedad, SST y ST en la Tabla 36 aceptan la Hipótesis nula, porque el $p > 0.05$ y los TDS rechaza la hipótesis nula por que el $p < 0.05$. Entonces se puede concluir que Turbiedad, SST, ST son paramétrica y TDS no es paramétrica.

Dentro de la presente investigación se realizaron las siguientes correlaciones:

En la Tabla 37, se evalúa la correlación de Rho de Spearman de Los TDS porque no tiene distribución normal y no se evalúa la Turbiedad, SST, ST porque tienen distribución normal.

Tabla 37. Correlación no paramétrica de turbidez, SST, TDS, ST

| Correlaciones | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------|
| | | | Turbiedad (NTU) | Solidos Disueltos (mg/l) | Solidos Suspendidos Totales (mg/l) | Solidos Totales (mg/l) | TRATAMIENTO |
| Rho de Spearman | Turbidez (NTU) | Coefficiente de correlación | 1,000 | ,845** | -,778* | -,921** | ,937** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,004 | ,014 | ,000 | ,000 |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | Solidos Disueltos (mg/l) | Coefficiente de correlación | ,845** | 1,000 | -,500 | -,933** | ,950** |
| | | Sig. (bilateral) | ,004 | . | ,170 | ,000 | ,000 |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | Solidos Suspendidos Totales (mg/l) | Coefficiente de correlación | -,778* | -,500 | 1,000 | ,633 | -,650 |
| | | Sig. (bilateral) | ,014 | ,170 | . | ,067 | ,058 |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | Solidos Totales (mg/l) | Coefficiente de correlación | -,921** | -,933** | ,633 | 1,000 | -,983** |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | ,000 | ,067 | . | ,000 |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | TRATAMIENTO | Coefficiente de correlación | ,937** | ,950** | -,650 | -,983** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | ,000 | ,058 | ,000 | . |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Prueba Estadística

“Prueba de asociación de Spearman”

Hipótesis

H0: El tratamiento de agua de lavado de compactadores no afecta positivamente al parámetro fisicoquímico TDS por el reactor de plasma de barrera dieléctrica

H1: El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico TDS por el reactor de plasma de barrera dieléctrica

Significancia = 0.05

Valor calculado = 0.950, por ende, tenemos una correlación muy buena.

P – valor = 0.000

Decisión: Si $p > \alpha$, entonces aceptamos el H0, caso contrario aceptamos H1

Como ($p= 0.000$) < ($\alpha=0.05$) entonces aceptamos H1

El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico TDS por el reactor de plasma de barrera dieléctrica

Tabla 38. Prueba de normalidad de OD, DQO, DBO

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Oxígeno Disuelto (mg/l) | ,308 | 9 | ,014 | ,662 | 9 | ,001 |
| Demanda Química de Oxígeno (mg/l) | ,498 | 9 | ,000 | ,414 | 9 | ,000 |
| Demanda Biológica de Oxígeno (mg/l) | ,245 | 9 | ,128 | ,863 | 9 | ,104 |

a) Hipótesis

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

b) Decisión

$p > 0.05$ acepta la hipótesis nula los datos y siguen una distribución normal

$p < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula los datos no siguen una distribución normal

Como los datos son 9, se recomienda usar la prueba de Shapiro – Wilk, por tanto, podemos concluir que los datos no siguen una distribución normal, por tal motivo se recomienda usar una prueba no paramétrica el OD, DQO en la Tabla 38 rechazan la Hipótesis nula, porque el $p < 0.05$ y el, DBO acepta la hipótesis nula por que el $p > 0.05$. Entonces se puede concluir que DBO es paramétrica y OD, DQO no es paramétrica.

Se evalúa la correlación de Rho de Spearman de OD, DQO porque no tiene distribución normal y no se evalúa el DBO porque tienen distribución normal.

El OD tiene una correlación perfecta y el DQO tiene una correlación negativa perfecta.

Tabla 39. Correlación no paramétrica

| Correlaciones | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | Oxígeno Disuelto (mg/l) | Demanda Química de Oxígeno (mg/l) | Demanda Biológica de Oxígeno (mg/l) | TRATAMIENTO |
| Rho de Spearman | Oxígeno Disuelto (mg/l) | Coefficiente de correlación | 1,000 | -1,000** | -1,000** | 1,000** |
| | | Sig. (bilateral) | . | . | . | . |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | Demanda Química de Oxígeno (mg/l) | Coefficiente de correlación | -1,000** | 1,000 | 1,000** | -1,000** |
| | | Sig. (bilateral) | . | . | . | . |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | Demanda Biológica de Oxígeno (mg/l) | Coefficiente de correlación | -1,000** | 1,000** | 1,000 | -1,000** |
| | | Sig. (bilateral) | . | . | . | . |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | TRATAMIENTO | Coefficiente de correlación | 1,000** | -1,000** | -1,000** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | . | . | . | . |
| | | N | 9 | 9 | 9 | 9 |

Prueba Estadística

“Prueba de asociación de Spearman”

Hipótesis

H0: El tratamiento de agua de lavado de compactadores no afecta positivamente al parámetro fisicoquímico OD y DQO por el reactor de plasma de barrera dieléctrica

H1: El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico OD y DQO por el reactor de plasma de barrera dieléctrica

Significancia = 0.05

Valor calculado = 1, por ende, tenemos una perfecta.

P – valor = 0.000

Decisión: Si $p > \alpha$, entonces aceptamos el H_0 , caso contrario aceptamos H_1
 Como $(p= 0.000) < (\alpha=0.05)$ entonces aceptamos H_1 .

El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico OD y DQO por el reactor de plasma de barrera dieléctrica

Tabla 40. Prueba de normalidad del pH

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| pH | ,162 | 9 | ,200* | ,894 | 9 | ,217 |

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

b) Regla de decisión

$P > 0.05$ acepta La hipótesis nula de los datos y siguen una distribución normal.

$P < 0.05$ Rechazamos la hipótesis nula los no siguen una distribución normal.

c) Resultado/Conclusión

Como los datos son 9, se recomienda usar la prueba de Shapiro – Wilk, por tanto, podemos concluir que los datos siguen una distribución normal, por tal motivo se recomienda usar una prueba paramétrica. El pH acepta la hipótesis nula porque $p > 0.05$. Entonces se puede concluir que es paramétrica.

En la Tabla 41 se evalúa la correlación de Pearson para pH, el cual presenta una correlación muy buena.

Tabla 41. Relación de Pearson para pH

| Correlaciones | | | |
|---------------|------------------------|--------|-------------|
| | | pH | TRATAMIENTO |
| pH | Correlación de Pearson | 1 | ,844** |
| | Sig. (bilateral) | | ,004 |
| | N | 9 | 9 |
| TRATAMIENTO | Correlación de Pearson | ,844** | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,004 | |
| | N | 9 | 9 |

Prueba Estadística

“Prueba de asociación de Pearson”

Hipótesis

H0: El tratamiento de agua de lavado de compactadores no afecta positivamente al parámetro fisicoquímico pH por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

H1: El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico pH por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

Significancia = 0.05

Valor calculado = 0.844, por ende, tenemos una correlación muy buena.

P – valor = 0.004

Decisión: Si $p > a$, entonces aceptamos el H0, caso contrario aceptamos H1

Como $(p= 0.004) < (a=0.05)$ entonces aceptamos H1.

El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico pH por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

Tabla 42. Prueba de normalidad potencial redox

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| POTENCIAL REDOX | ,516 | 9 | ,000 | ,396 | 9 | ,000 |

a) Prueba de hipótesis

HO: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

b) Regla de decisión

$P > 0.05$ acepta La hipótesis nula de los datos y siguen una distribución normal.

$P < 0.05$ Rechazamos la hipótesis nula los datos no siguen una distribución normal.

c) Resultado/Conclusión

Como los datos son 9, se recomienda usar la prueba de Shapiro – Wilk, por tanto, podemos concluir que los datos no siguen una distribución normal, por tal motivo se recomienda usar una prueba no paramétrica. El potencial redox rechaza la hipótesis nula porque $p < 0.05$. Entonces se puede concluir que es no paramétrica.

En la Tabla 43, se evalúa la correlación de Spearman para Potencial Redox, el cual presenta una correlación negativa muy buena.

Tabla 43. Correlación de Spearman

| Correlaciones | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-------------|
| | | | POTENCIAL REDOX | TRATAMIENTO |
| Rho de Spearman | POTENCIAL REDOX | Coefficiente de correlación | 1,000 | -,950** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 9 | 9 |
| | TRATAMIENTO | Coefficiente de correlación | -,950** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 9 | 9 |

Prueba Estadística

“Prueba de asociación de Spearman”

Hipótesis

H0: El tratamiento de agua de lavado de compactadores no afecta positivamente al parámetro fisicoquímico potencial redox por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

H1: El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico potencial redox por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

Significancia = 0.05

Valor calculado = -,950

Dado que el valor es -0.950 tenemos una correlación negativa muy buena.

P – valor = 0.000

Decisión: Si $p > a$, entonces aceptamos el H0, caso contrario aceptamos H1

Como ($p= 0.000$) < ($a=0.05$) entonces aceptamos H1.

El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico potencial redox por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

Tabla 44. Prueba de normalidad conductividad eléctrica

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | ,208 | 9 | ,200 [*] | ,921 | 9 | ,403 |

La conductividad eléctrica en la Tabla 44 el estadístico Shapiro Wilk acepta la hipótesis nula por que el $p > 0.05$. Entonces se puede concluir que la conductividad eléctrica es paramétrica y sigue una distribución normal.

En la Tabla 45, se evalúa la correlación de Pearson para la conductividad eléctrica, el cual presenta una correlación mínima.

Tabla 45. *Correlación paramétrica Pearson*

| Correlaciones | | | |
|----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------|
| | | CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | TRATAMIENTO |
| CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA | Correlación de Pearson | 1 | ,017 |
| | Sig. (bilateral) | | ,965 |
| | N | 9 | 9 |
| TRATAMIENTO | Correlación de Pearson | ,017 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,965 | |
| | N | 9 | 9 |

Prueba Estadística

“Prueba de asociación de Pearson”

Hipótesis

H0: El tratamiento de agua de lavado de compactadores no afecta positivamente al parámetro fisicoquímico conductividad eléctrica por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

H1: El tratamiento de agua de lavado de compactadores afecta positivamente al parámetro fisicoquímico conductividad eléctrica por el reactor de plasma de barrera dieléctrica.

Significancia = 0.05

Valor calculado = 0.17

Dado que el valor es 0.17 tenemos una correlación mínima.

P – valor = 0.965

Decisión: Si $p > \alpha$, entonces aceptamos el H0, caso contrario aceptamos H1

Como $(p= 0.965) < (\alpha=0.05)$ entonces aceptamos H1.

La conclusión es que la variable conductividad eléctrica no está asociada.

V. DISCUSIÓN

Se mostro que la utilización del reactor de plasma de barrera dieléctrica influye en la degradación de materia orgánica en el agua residual, ya que, al generarse un arco eléctrico de alto voltaje en contacto con el agua, se produce una oxidación avanzada que permite la destrucción oxidativa de contaminantes orgánicos. Así como Tanakaran y Matra (2019) explica dentro de su investigación sobre la influencia del plasma atmosférico aplicado a aguas residuales, que la generación de plasma en el aire provoca la producción de varias especies como el nitrógeno (RNS) y especies reactivas de oxígeno (ROS) como el radical hidroxilo ($\text{OH}\cdot$) (306-315 nm), el radical oxígeno ($\text{O}\cdot$), el óxido nítrico (NO) y radical nitrógeno (N_2). De las cuales la intensidad de las especies radicales producidas es directamente proporcional al voltaje suministrado, donde se concluye que las especies reactivas como el nitrógeno (RNS) y especies reactivas de oxígeno (ROS) desempeñan un papel importante en la destrucción oxidativa de contaminantes orgánicos en las aguas residuales.

Los resultados iniciales de pH dieron un valor de 4.87 antes del tratamiento, el cual indica que el agua residual de lavado de vehículos compactadores es acida, después del tratamiento utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica el valor del pH aumento a 5.23, un cambio no tan significativo, sin embargo, Badzlina y Setijo (2021), dentro de su investigación sobre la aplicación de plasma no termino generado por una descarga de barrera dieléctrica en el tratamiento de aguas residuales de origen textil, muestra que la cantidad de peróxido de hidrogeno tiende a aumentar el pH, esto es debido a que la descomposición de ozono se acelera en concentraciones de pH más elevadas por eso mismo En condiciones básicas, el ozono, que es una de las especies activas producidas en el proceso de descarga, fue inducido por la presencia de iones hidróxido en solución. Por lo tanto, se descompuso rápidamente en radicales $\text{OH}\cdot$.

Por otro lado, la limitada variación en el pH del agua residual de lavado de compactadoras se debe a la naturaleza acida de la misma muestra de aguas residual, en tal sentido, Mountapmbeme y Acayanka (2013) dentro de su investigación sobre la degradación de las aguas residuales de las refinerías de

aceite de palma por descarga de arco deslizante no térmico a presión atmosférica, muestra que el tratamiento realizado en 4 tiempos (3, 5, 15 y 30 min) disminuye gradualmente el pH a medida que el tiempo de exposición del plasma no térmico aumenta, en donde confirma la formación de nuevas especies químicas con propiedades muy ácidas en la descarga y se incorporan a la solución objetivo.

Luego del tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica se obtuvo un porcentaje de reducción de DQO de 42.15%, lo que da a entender que hubo una reducción en la materia orgánica, si bien no es una reducción relativamente alta, para este tipo de agua residual, se considera aceptable, según Diristiani, Khairunizzahra, et al. (2020) dentro de su estudio comparativo utilizando plasma generado por un reactor de barrera dieléctrica en el tratamiento de aguas residuales industriales, muestra que durante el proceso de degradación del grupo de compuestos de diclorofenol (DCP), los niveles de DQO fueron disminuyendo a lo largo del tratamiento dando valores de reducción del 46,88% (201,14 mg/L) y 46,14% (190,46 mg/L) para 2,5-DCP y 2,4-DCP. Por otra parte, la eficiencia en la eliminación del DQO puede verse afectada por el pH, como refiere Dojalisa (2021) en su investigación sobre la degradación de aguas residuales fenólicas industriales mediante la técnica de plasma de descarga de barrera dieléctrica, en donde explica que la eficiencia en la degradación del DQO con pH alcalinos (10.5) disminuye un 19.86%, lo que indica una presencia de aniones contaminados que puede inhibir la eficiencia en la remoción.

Por otra parte el cambio en el porcentaje de la degradación de DQO en la muestra de agua de lavado de compactadores es influenciado en cierto modo por la misma configuración de electrodos del reactor de plasma de barrera dieléctrica, como indica Phuong, Hieu, Uyen y Manh (2021) dentro de su estudio de eliminación de antibióticos de aguas residuales de hospitales mediante una descarga de plasma no térmico, una separación adecuada en los electrodos puede mejorar la formación de oxidantes durante el tratamiento, siendo el caso del DQO, en donde el aumento de la distancia entre el electrodo y la muestra produjo una disminución en la eficiencia de degradación, aunque no tan significativa en donde el porcentaje obtenido fue de 84.23% (reduciendo de 539

mgO₂ /L a 49.5 mgO₂ /L) con una distancia de 10 mm y un porcentaje de 73.17% (reduciendo de 539 mgO₂ /L a 81.2 mgO₂ /L), indicando que la distancia de 10 mm puede ser una alternativa para experimentos posteriores de formación de oxidantes durante el proceso de plasma.

Después del tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica vemos que el DBO sufre una reducción del 46.12% (267.7 mg/L), con respecto a la muestra control, por otra parte, vemos que el OD pasa de 0 a 5.54 mg/L, lo cual es un indicador que la carga orgánica de las aguas residuales tratadas con plasma disminuyó, durante el proceso de tratamiento estos valores tanto de DBO y DQO con respecto al OD tuvieron una relación inversamente proporcional, ya que según los resultados de la investigación de Tanakaran y Matra (2019) muestran un aumento en el OD del agua residual tratada con plasma dando valores de 7.24 mg/L a 7.95 mg/L aplicando alrededor de 15kV y con un tiempo de tratamiento de 30 minutos, por otra parte, el DBO sufrió una reducción con respecto al grupo control. La DBO disminuyó continuamente cuando aumentó el tiempo de tratamiento. En un tiempo de tratamiento de 30 minutos, la DBO de las aguas residuales tratadas con plasma a un voltaje de fuente suministrado de 15 kV se mejora con respecto al grupo de control en 7,5 veces, lo cual muestra que el tratamiento es más eficiente cuando se suministra alto voltaje, del mismo modo, Ya-na, Hui y An-heng (2012) en su investigación sobre la utilización de una descarga de arco deslizante para decoloración y biodegradabilidad de tintes azoicos y aguas residuales de impresión y teñido, indica que el DQO inicial de la muestra no tratada es de 1497.5 mgO₂ /L y la relación DBO₅/DQO fue de 0.28. Y luego del tratamiento la eficiencia en la eliminación de DQO fue del 76.6% y la relación DBO₅/DQO aumento a 0.55, después de 20 min de oxidación generada por la descarga del arco deslizante, lo que indicó una biodegradabilidad considerable. Los resultados que se obtuvieron indicaron que el proceso de descarga de arco deslizante que es generado por la alta tensión es capaz de romper o reorganizar las estructuras moleculares de la materia orgánica, convirtiendo los compuestos orgánicos complejos no biodegradables en compuestos más biodegradables.

Uno de los parámetros en sufrir cambios con respecto a los resultados del tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica, fueron los sólidos disueltos totales (TDS), indicando un incremento con respecto al tiempo de tratamiento transcurrido, pasando inicialmente de 1410 mg/L a 2412 mg/L en el último tratamiento, estos resultados se asemejan con lo planteado por Mountapmbeme y Acayanka (2013) dentro de su investigación sobre degradación de las aguas residuales de las refinerías de aceite de palma por descarga de arco deslizante no térmico a presión atmosférica, en donde explica que la evolución plasmática química del TDS, o aumento regular por el tiempo de exposición al tratamiento, se debe a la acción oxidante producida por la aplicación del plasma no térmico sobre el soluto, produciendo el rompimiento de enlaces moleculares y donde se oxidan las funciones químicas, de modo que los compuestos poco solubles se transforman en más ligeros, más compuestos polares o ionizados.

Para que el tratamiento de aguas residuales de lavado de compactadoras con plasma pueda funcionar, se requería de un alto voltaje, para lo cual, se empleó sistemas electrónicos de alta frecuencia los cuales estaban acoplados a elevadores de voltaje el cual genera alto voltaje de bajo amperaje, en donde una vez conectado a la corriente de 220v genera alrededor de 15000 V o 15 kV. De igual forma Tepale, A; et al (2016). Su generador de alto voltaje el cual produce plasma dentro de un reactor cilíndrico es basado en tecnología de plasma artificial, que es usado de manera industrial en procesos de descontaminación de residuos tóxicos y procurando que sean baratos y tengan una eficiencia aceptable.

VI. CONCLUIONES

Dentro de la presente investigación se confirmó que los tratamientos de aguas residuales con el plasma no térmico producido por una descarga de barrera dieléctrica pueden mejorar la calidad del agua, sin embargo, las propiedades de las aguas residuales a tratar (pH, nivel de materia orgánica) también pueden influir en el rendimiento de reactor.

Después de realizar el tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica en aguas residuales de lavado de vehículos compactadores, los mejores resultados encontrados del tratamiento fueron en el tiempo de 120 minutos (T-120), donde los parámetros fisicoquímicos como el la temperatura aumento el 58.77% (22.8 0 36.2 °C), la conductividad eléctrica disminuyo un 0.21% (2826 a 2820) $\mu\text{S}/\text{cm}$, el potencial redox disminuyo un 6.30% (119.1 a 111.6), los sólidos totales disminuyo un 5.86% (1512 a 1431 mg/L), los sólidos disueltos aumento un 71.06% (1410 a 2412 mg/L), los sólidos suspendidos totales disminuyo un 17.38% (51.2 a 42.3 mg/L) y la turbidez aumento un 16.31% (325 a 378 NTU) .

Según los resultados experimentales se puedo confirmar que el tratamiento con plasma de descarga de barrera dieléctrica puede mejorar la calidad de agua de lavado de compactadores que podrían producirse de manera efectiva con el voltaje de fuente más alto, dentro de este contexto el tratamiento es de manera más eficiente cuando el nivel de voltaje es mayor, en este caso, el pH sufrió un aumento de 7.39% (4.87 a 5.23), en el oxígeno disuelto paso de 0 mg/L a 5.54 mg/L, la DBO y la DQO mejoraron con respecto al grupo control dando una tasa de reducción del 46.12% y 42.15% respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Para probar la técnica del sistema dieléctrico para descubrir su capacidad de reducción con otros tipos de contaminantes de aguas residuales y dar un reusó para otros fines, puesto que trabaja más con frecuencia de electricidad, voltaje y potencia; por lo tanto, consumirá un mínimo de electricidad.

Realizar cambios o probar con otros componentes, buscar un método donde el tratamiento del agua residual sea más eficiente en igual tiempo. Es decir que a más tiempo de proceso mayor eficiencia en reducción de DQO y DBO, así como de otros contaminantes.

Realizar una limpieza de la cabina, electrodos y tuberías con agua destilada para eliminar cualquier resto de contaminantes porque pueden alterar las muestras finales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÓN, Fidel, GADEA, José y CAÑETE, Victor. El plasma no térmico como agente de cambio de la concentración de iones Hidrógeno [H⁺], presentes en la solución acuosa del colorante Verde Azul Doracryl X5GS 200 %. *En O. Benavides, Handbooks Ciencias e Ingeniería de Materiales para Aplicaciones Energéticas TI* (1a ed., pp. 84–93). (2019). ECORFAN. <https://doi.org/10.35429/H.2019.1.84.93>.
- ALFARO, Carlos. Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería. Universidad Nacional del Callao. 2012, 143pp.
- AMRI, Djulil, NAWAWI, Zainuddin, y JAMBAK, Muhanmmad. The Comparison between types of electrodes in Dielectric Barrier Discharge (DBD) plasma for obtaining potable water: A review. *Sriwijaya international Conference on Science, Engineering, and Technology [en línea]*. 620(1):1-8, 2019. ISSN: 17578981. [fecha de consulta: 16 de setiembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012091>
- BURSTEIN-RODA, Tania. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Rev. Perú. med. exp. salud pública* [online]. 2018, 35(2) [citado 2021-09-27], pp.297-303. ISSN: 17264634. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3641>.
- CASTAÑEDA, Aldo y FLOREZ, Hugo. Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en los Altos de Jalisco. *Revista de la tecnología y sociedad*, (5):1-14, setiembre 2013. ISSN: 20073607
- DIANELYS, Álvarez. Conductividad eléctrica. Argentina. Última edición: 15 de julio de 2021. [Fecha de consulta: 11 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://concepto.de/conductividad-electrica/>
- DONG-HYEUN, Ka [et al]. Plasma-activated water modulates root hair cell density via root developmental genes in arabidopsis thaliana L. *Applied Sciences (Switzerland)* [en Línea]. 2021. ISSN: 20763417. [Fecha de consulta: 6 de setiembre del 2021], 11(5):1–16, marzo 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app11052240>.

- DOBSLAW, Christine y GLOCKER, Bernd. Plasma technology and its relevance in waste air and waste gas treatment. *Sustainability (Switzerland)* [en línea]. 12(21): 1-39, octubre 2020. ISSN: 20711050. [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/687/1/012074>.
- EL SHAER, Mohamed, HABIB, Mohamed y MOBASHER, Mona. Effect of water parameters on decolourization efficiency of organic dyes by dielectric barrier discharge plasma. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 22(1), 74–82, enero 2021. ISSN: 27197050
- ESTEFANIA, Leskow. Temperatura. Argentina: *Concepto.de*. Última edición: 15 de julio de 2021. [Fecha de consulta: 11 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://concepto.de/temperatura/>.
- FEBRI, DIRISTIANI., KHAIRUNIZZAHRA, B. A comparative study on the degradation of 2,4-dichlorophenol and 2,5-dichlorophenol using DBD non-thermal plasma reactor, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. (101):1-9 [2021]. ISSN: 17578981 [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012053>.
- FAN, Yangyang, CHENG, Jiushan y CHEN, Qiang. Degradation of metronidazole simulated water by nanosecond pulsed DBD plasma. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 687(1): 1-8, marzo 2021. ISSN: 17551307. [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/687/1/012074>.
- GONZALEZ, Carlos, LARIOS, Fernando y MORALES, Yennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, 2 (2): 09-25, 2015. ISSN: 23117915.
- GERMAN, Buitron. [et al]. Tratamiento biológico de aguas residuales: principio, modelación y diseño. Editorial Iwa Publishing, 2017. 580 pp. ISBN: 178049133.

- GUADARRAMA, Maria y GALVÁN, Antonia. Impact of using wastewater in agriculture. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 4(7):1-23, 2015. ISSN: 20079990
- GIL Rodriguez. Depuración de aguas residuales: modelización d procesos de lodos activos [en línea]. Madrid: CSIC, 2006. ISBN 978840008446. [fecha de consulta: 11 Setiembre del 2021]. Disponible en: <http://www.digitaliapublishing.com/a/18186/depuracion-de-aguas-residuales--modelizacion-de-procesos-de-lodos-activos>.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación Científica [en línea]. 6.a ed. México D.F: McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 21]. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- HIROSHI, O. SHIINA, Y. KATAYAMA-HIRAYAMA, K. AKITSU, T. Comparison of the Degradation Efficiency of Dinitrophenols in Dielectric Barrier Discharge at Gas/Liquid Boundary. *Plasma and Fusion Research* [en línea]. 16:1–7, marzo 2021. ISSN: 18806821. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1585/PFR.16.1406070>.
- JIMENEZ, Gerardo. Degradación de gases tóxicos provenientes de motores de combustión interna mediante tecnología de plasma frio. Tesis (Maestría en Ciencias Ambientales). México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/65472>.
- KHAIRUNIZZAHRAH, Badzlina y BISMO, Setijo. Wastewater treatment based on remazol blue using DBD plasma reactor under acidic and basic conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 1011(1), noviembre 2021. ISSN: 17578981. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012018>.
- KONCHEKOV, Evgeny, GLINUSHKIN, Alexey, KALINITCHENKO, Valery [et. al]. Properties and Use of Water Activated by Plasma of Piezoelectric Direct Discharge. *Frontiers in Physics* [en línea]. enero 2021. ISSN: 2296424X

[Fecha de consulta: 15 de octubre del 2021] Disponible en:
<https://doi.org/10.3389/fphy.2020.616385>.

LÓPEZ, A. S.P.L. Sørensen, el bioquímico danés que nos familiarizó con el pH.
EL PAIS. [en línea] 2018 [Fecha de consulta: 16 de Setiembre de 2020].
Disponible en:
https://elpais.com/elpais/2018/05/29/ciencia/1527575227_169068.html

LOPEZ, Sergio y CALDERON, Sonia. UF-1666: Depuración de aguas
residuales. España: Elearninig S.L., 2017. 511pp.

ISBN: 9788416360

LÓPEZ, Raúl, LALANGUI, Jessica, MALDONADO, Ana y Palmero, Diana.
Validación de un instrumento sobre los destinos turísticos para determinar
las potencialidades turísticas en la provincia de El Oro, Ecuador.
Universidad y Sociedad, 11(2), 341-346, 2019. Recuperado de
<http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>.

LOZANO, W., y Lozano, G. (2015). *Potabilización del agua Principios de diseño,
control de procesos y laboratorio*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

LOZANO Rivas, Wilian. Calidad fisicoquímica del agua: métodos simplificados
para su muestreo y análisis [en línea]. Bogotá: Universidad Piloto de
Colombia, 2013. ISBN 9789588537658 [fecha de consulta: 11 octubre del
2021]. Disponible en: <http://www.digitaliapublishing.com/a/39191/calidad-fisicoquimica-del-agua---metodos-simplificados-para-su-muestreo-y-analisis>.

LEE, E. CHEIGH, C, KANG, J. [et al.]. Evaluation of in-package atmospheric
dielectric barrier discharge cold plasma treatment as an intervention
technology for decontaminating bulk ready-to-eat chicken breast cubes in
plastic containers. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea]. 10(18),
agosto 2020. ISSN: 20763417. [Fecha de consulta: 09 de noviembre del
2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/APP10186301>.

LUO, J. YAN, W. [et al.]. Evaluation of physicochemical properties and volatile
compounds of Chinese dried pork loin curing with plasma-treated water

brine. *Scientific Reports* [en línea]. 9(1), setiembre 2019. ISSN: 20452322. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50351-5>.

MOHAMMAD, Hasani. [et al]. Degradation of 4-chlorophenol in aqueous solution by dielectric barrier discharge system: Effect of fed gases. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 17(2):1185–1194, enero 2020. ISSN: 2052336X.

MARCEL, Schneider [et al]. Cylindrospermopsin is effectively degraded in water by pulsed corona-like and dielectric barrier discharges. Marcel Schneider [et al]. *Environmental Pollution* [en línea]. 266(2), noviembre 2020. ISSN: 02697491. [Fecha de consulta: 08 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115423>.

MOUNTAPMBEME-KOUOTOU, [et al.]. DEGRADATION of palm oil refinery wastewaters by non-thermal gliding arc discharge at atmospheric pressure. *Environmental Monitoring and Assessment*, [en línea]. (2013). 185(7), 5789–5800. [Fecha de consulta: 19 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2984-3>

MANAHAN, Stanley. Introducción a la química ambiental. Mexico: Reverte, S.A., 2007. 760 pp. ISBN: 9683667074.

MANUKYAN, Ana, SEYOUM, Mikael y RYBKIN, Vladimir. Decomposition Of Organic Dyes In Their Aqueous Solutions Under Action Of Electric Discharges Of Atmospheric Pressure. *ChemChemTech* [en línea]. 64(3): 4–12, marzo 2021. [Fecha de consulta: 16 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.6060/ivkkt.20216403.6339>.

ISSN: 25003070

MARTINEZ, J y GONZALES, L. (2012). Evaluación del poder coagulante de la tuna (*Opuntia ficus indica*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas. Tesis (Bachillerato en Ingeniería). Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias D.T y C.

MENDEZ, Antonio. Plasmas de descarga de barrera dieléctrica con empaquetamiento ferroeléctrico a presión atmosférica aplicados a la

producción de hidrógeno, amoníaco y a la descontaminación de aire. Tesis (Doctor). España: Universidad de Sevilla, 2017. Disponible en: [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/71159/Tesis_Antonio%20Me%20ndez_Dic17.pdf?sequence=1#:~:text=1.2.,-Descargas%20de%20barrera&text=Las%20descargas%20de%20barrera%20diel%C3%A9ctrica,geom%C3%A9tricas%20\(ver%20Figura%204\).](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/71159/Tesis_Antonio%20Me%20ndez_Dic17.pdf?sequence=1#:~:text=1.2.,-Descargas%20de%20barrera&text=Las%20descargas%20de%20barrera%20diel%C3%A9ctrica,geom%C3%A9tricas%20(ver%20Figura%204).)

MORA, Eduin, SANTOS, Armando, y CASALLAS, Francy (2014). Implementación de un sistema de tratamiento con plasma para gases utilizando una celda de descarga de barrera dieléctrica. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 5(1), 56–65. <https://doi.org/10.19053/20278306.3141>.

MOUELE, Emile [et al.]. Removal of Pharmaceutical Residues from Water and Wastewater Using Dielectric Barrier Discharge Methods: a Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea]. 18, (4):1-42, febrero 2021. ISSN: 16617827. [Fecha de consulta: 08 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph18041683>.

NEPAL, Roy [et al.]. NOx Synthesis by Atmospheric-Pressure N₂/O₂ Filamentary DBD Plasma over Water: Physicochemical Mechanisms of Plasma–Liquid Interactions. *Plasma Processes and Polymers* [en línea]. 18(3), 2021. ISSN: 16128850. [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ppap.202000087>.

RODRÍGUEZ, M. HERNÁNDEZ, A. GUTIÉRREZ, L. LÓPEZ, C. MERCADO, A. Effect of voltage and oxygen on inactivation of E. coli and S. typhi using pulsed dielectric barrier discharge. *Bioelectrochemistry (Amsterdam, Netherlands)*, 141, octubre 2021. ISSN: 1878562X. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2021.107879>

SHAOHUI, J. LI, Z. XIAN, Y. A non-equal gap distance dielectric barrier discharge: Between cone-shape and cylinder-shape electrodes. *The Instituton of Engineerin and Technology: High Voltage*. 2021. ISSN:

23977264. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1049/hve2.12126>.

SAHU, D. Degradation of Industrial Phenolic Wastewater Using Dielectric Barrier Discharge Plasma Technique. *Russian Journal of Applied Chemistry*, [en línea]. 93(6), 905–915. (2020). [Fecha de consulta: 19 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1134/S107042722006018X>.

TARAN, V., GARKUSHA, I., KRASNYJ, V., et al. Application of dielectric barrier discharge and plasma-chemical reactor for water purification from nh₄oh por Problems of Atomic Science and Technology [en línea]. 130(6):119–122, 2020. ISSN: 16829344. [Fecha de consulta: 27 de setiembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.46813/2020-130-119>.

TIAN, T. RABAT, H. [et al]. Electrical investigation of a pin-to-plane dielectric barrier discharge in contact with water. *Journal of Applied Physics* [en línea]. 130(11), 2021. ISSN: 00218979. [Fecha de consulta: 28 de setiembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1063/5.0056654>.

OMEGA PERU S.A. Nuevo Método de Sólidos Totales y Sólidos Disueltos Totales – Ahorra tiempo y labor manual [en línea]. Lima: (14 de julio del 2019). [15 de noviembre del 2021]. Recuperado de: <https://omegaperu.com.pe/nuevo-metodo-de-solidos-totales-y-solidos-disueltos-totales-ahorra-tiempo-y-labor-manual1/>

OMS. Informe acerca de los progresos sobre el agua potable y saneamiento, Who.int [online], 2012. [Fecha de consulta 18 de abril 2021]. Disponible: <http://www.who.int/mediacentre/news/>.

OMS. Guías para la Calidad de Agua Potable [en línea]. 3^a ed. Suiza: Organización Mundial de Salud, 2015 [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2021]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/.

ISBN: 9249241546964

PATINGLAG, Laila [et al.]. NON-thermal plasma-based inactivation of bacteria in water using a microfluidic reactor. *Water Research* [en Línea]. 201, junio

2021. ISSN: 00431354 [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2021].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117321>.

PEÑATES, Karen. Validación del método Gravimétrico para la determinación de Sólidos disueltos (SDT) en aguas naturales y residuales, en el Laboratorio de aguas de la Universidad de Córdoba. Montevideo: Facultad de Ciencias Básicas, [en línea] 2020 [Fecha de consulta: 16 de noviembre del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2967>

REYES, W. Optimización del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la implementación del sistema MBBR en la provincia Caylloma - AQUAFIL. Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (2020). Lima, Perú.

REYNOLDS, Kelly. Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica: Identificación del Problema. (2002). Recuperado de:

<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/10/Tratamiento-aguas-residuales-Latinoamerica.pdf>

RUIZ, Katherine. Validación de Métodos de ensayo para determinación de pH, Conductividad, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos y Sólidos Disueltos en aguas en el Laboratorio Ambiental Environovalab. Quito: Facultad de Ingeniería Química [en línea] 2018 [Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2021]. Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15362/1/T-UCE-0017-0095-2018.pdf>.

RUIZ Rallas, Francisco. Dimensionamiento y costeo de una planta de lavado para camiones recolectores de basura. Tesis (Grado de Licenciatura en Ingeniería Química). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2005. 141 pp.

SI-LIANG, Yan. Improved solubility of banana starch by dielectric barrier discharge plasma treatment. International Journal of Food Science & amp; Tecnología - Biblioteca en línea de Wiley. julio 2019. [Fecha de consulta:

27 de setiembre del 2021]. Disponible en: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.14318>.

SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento. Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución. Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2016.

TANAKARAN, Y., y Matra, K.. Wastewater Treatment by Dielectric Barrier Discharge Plasma. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 1285(1), febrero 2019. [Fecha de consulta: 7 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1285/1/012015>.

TEPALE, Arturo, et al. Tenorio. Fuente de alto voltaje para generación de plasma en 103 un reactor cilíndrico a temperatura ambiente y a presión atmosférica. 24(44):33-4. [en línea] Julio-diciembre 2016, ISSN: 20075197. [fecha de consulta: 13 de Setiembre de 2021]. Disponible en: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66909/REVISTA%20DEAS_VOL_44_3_FUENTE.pdf?sequence=3&isAllowed=y

UCM. Reforma del gas de gasificación de carbón mediante una descarga de barrera dieléctrica de lecho compacto. [en línea] 23 de marzo de 2018. [fecha de consulta: 18 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ecj.12063>

VELA, C. (2016). Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa Oleífera en aguas obtenidas del río Alto Chicama, puente Ingón, Trujillo. *Universidad César Vallejo*, 57.

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2017. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. París, UNESCO. Disponible en: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1_15.247647s.pdf)

ISBN: 9789233000582

- XIOAGAN, Mu [et al.]. Major products and their formation and transformation mechanism through degrading UDMH wastewater via DBD low temperature plasma. *Environmental Technology (United Kingdom)* [en línea]. 42(17): 2709–2720, junio 2020. ISSN: 09593330. [Fecha de consulta: 09 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09593330.2019.1710573>.
- YA-NA, Liu [et al.]. Gliding Arc Discharge for Decolorization and Biodegradability of Azo Dyes and Printing and Dyeing Wastewater. *Plasma Chem Plasma Process* [en línea]. (2012) 32:597–607. [Fecha de consulta: 19 de noviembre del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257636017_Gliding_Arc_Discharge_for_Decolorization_and_Biodegradability_of_Azo_Dyes_and_Printing_and_Dyeing_Wastewater.
- YANPIMG, L. NIU, G. [et al.]. Effects of Air/H₂O Discharge Plasma on Propane Combustion Enhancement Using Dielectric Barrier Discharges. *Plasma Chemistry and Plasma Processing* [en línea]. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 38(4): 831–850, abril 2018. [Fecha de consulta: 19 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11090-018-9896-0>.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | | |
|--|---|---|--|---|-----------------------------|----------------|
| Título: Tratamiento de agua de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021 | | | | | | |
| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INIDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN/UNIDADES | |
| Independiente | Reactor de Plasma de barrera dieléctrica | El reactor para este tipo de sistema mayormente está compuesto por una barrera dieléctrica, las trapas laterales y electrodos externo e intentos. La barrera dieléctrica puede ser de vidrio, cuarzo o cerámica. Es decir, que el agua residual será acelerada a una alta velocidad para convertirla en una mezcla de líquido-gas con el fin de transfórmala en plasma, el cual se obtiene en el que se realiza la descarga térmica (del tipo descarga barrera dieléctrica) en el agua por medio de electrodos con alto voltaje utilizando corriente eléctrica. (Mora, Sarmiento y Casallas, 2014). | El reactor de plasma de barrera dieléctrica se obtendrá las características y tiempo de operación. | Características del reactor de plasma de barrera dieléctrica | Fuente eléctrica | Analógico |
| | | | | | Arco voltaico | Kilovoltios |
| | | | | | Estabilizador de voltaje | Ohmios |
| | | | | | Transformador eléctrico | Amperaje |
| | | | | Tiempo de operación | 15 min | Minutos |
| | | | | | 30 min | |
| | | | | | 45 min | |
| | | | | | 60 min | |
| | 75 min | | | | | |
| | 90 min | | | | | |
| | 105 min | | | | | |
| | 120 min | | | | | |
| Dependiente | Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para la reducción de materia orgánica | Las concentraciones altas de materia orgánica en el agua residual pueden provocar la desoxigenación de las aguas a donde son vertidas, este proceso afecta a organismos acuáticos que requiere de O ₂ en el medio donde evitan (Mayta, 2014) | Serán evaluados con los parámetros fisicoquímicos y la eficiencia de remoción para el tratamiento. | Parámetros fisicoquímicos antes y después del agua de lavado de compactadores | Turbidez | NTU |
| | | | | | Temperatura | °C |
| | | | | | Conductividad Eléctrica | μS/cm |
| | | | | | Solidos disueltos | mg/L |
| | | | | | Solidos Totales | mg/L |
| | | | | | Solidos Suspendidos Totales | mg/l |
| | | | | | Potencial de Hidrogeno | (unidad de pH) |
| | | | | Potencial Redox | mv | |
| Eficiencia de reducción | $\% \text{ Remoción} = \frac{C_I - C_{F*}}{C_I} * 100$ | % | | | | |

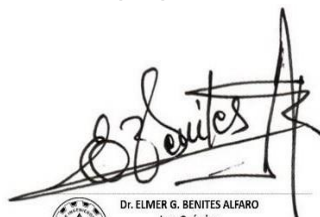
Anexo 2: Matriz de consistencia

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | |
|--|--|--|---|--|
| Título: Tratamiento de agua de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa – 2021 | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLE | METODOLOGIA |
| Problema General | Objetivos General | Hipótesis General | Variable Independiente | Tipo |
| ¿Cómo el reactor de plasma de barrera dieléctrica influye en el tratamiento de agua de lavado de compactadores para la reducir la materia orgánica, Huachipa - 2021? | Evaluar el tratamiento de agua de lavados de compactadores para reducir la materia orgánica utilizando el reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa – 2021. | Al utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica para el tratamiento de agua de lavado de compactadores permitirá reducir la materia orgánica, Huachipa – 2021. | Reactor de Plasma de barrera dieléctrica | Aplicativo |
| Problema Especifico | Objetivos Especifico | Hipótesis Específicas | Dimensiones | Enfoque |
| ¿Cuáles serán los parámetros fisicoquímicos afectados del agua de lavado de compactadores antes y después del tratamiento con el reactor de plasma de barrera dieléctrica? | Determinar que parámetros fisicoquímicos son afectados en el tratamiento de agua de lavado de compactadores antes y después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica. | El reactor de plasma de barrera dieléctrica influirá de manera positiva en los parámetros fisicoquímicos iniciales del agua de lavado de compactadores. | Características del reactor de plasma con barrera dieléctrica | Cuantitativo |
| | | | Tiempo de operación | Nivel |
| ¿Cuál será la eficiencia de reducción de la materia orgánica del agua de lavado de compactadores después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica? | Determinar la eficiencia de reducción de la materia orgánica en el tratamiento de agua de lavado de compactadores después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica. | La reducción de materia orgánica en el agua de lavado de compactadores será mayor del 30% después de utilizar el reactor de plasma de barrera dieléctrica. | Variable Dependiente | Explicativo |
| | | | Tratamiento de Aguas De lavado de compactadores para la reducción de materia orgánica | Diseño |
| | | | Dimensiones | Experimental |
| | | | Parámetros fisicoquímicos antes y después del agua de lavado de compactadores | Población |
| | | | Eficiencia de reducción | Las aguas residuales provenientes del lavado de compactadores del distrito de Huachipa |
| | Muestra | | | |
| | 10L de agua residual provenientes del lavado de compactadores | | | |
| | Unidad de Análisis | | | |
| | 1 L de agua residual provenientes del lavado de compactadores | | | |

Anexo 3: Ficha de instrumentos de recolección de datos

| FICHA 1 | | UBICACION DE MUESTRA | |
|---|------|---|---|
| TITULO | | Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021 | |
| LINEAS DE INVESTIGACIÓN | | CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES | |
| RESPONSABLES: Jorge Adrian Ollivera Cahuana / Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga | | | |
| ASESOR: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | | | |
| DATOS DEL LUGAR | | | |
| LUGAR | | DISTRITO | |
| PROVINCIA | | DEPARTAMENTO | |
| MUESTREO | | COORDENADAS | |
| FECHA | HORA | E | N |
| | | | |
| | | | |

Fuente: Elaboración propia.



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
Ing. Químico
Investigador CONCYTEC
Código Renacy P0034858
CIP 71998




LUIS FERMÍN
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111F11



COMISIÓN DE INGENIEROS DEL PERÚ
CALLE 1
HUBER OMAR VÁSQUEZ ARANDA
CIP. N° 92507
INGENIERO GEOGRAFO

| FICHA 2 | | TABLA DE CARACTERIZACION INICIAL DEL AGUA | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---|--------------------------------|--------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|-------|
| TITULO | | Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021 | | | | | | | | | | |
| LINEAS DE INVESTIGACIÓN: | | Calidad Y Gestión de Recursos Naturales | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES | | Jorge Adrian Ollivera Cahuana / Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga | | | | | | | | | | |
| ASESOR | | Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | | | | | | | | | | |
| CODIGO DE MUESTRA | VOLUMEN (L) | Parámetros Físicos | | | Parámetros Biológicos | | | Parámetros químicos | | | | |
| | | T (°C) | Conductividad $\mu\text{S/cm}$ | Turbidez NTU | DBO $\text{mg O}_2/\text{l}$ | DQO $\text{mg O}_2/\text{l}$ | OD $\text{mg O}_2/\text{l}$ | ST $\text{mg O}_2/\text{l}$ | SD $\text{mg O}_2/\text{l}$ | SST $\text{mg O}_2/\text{l}$ | pH Acido/Base | Eh mV |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.




 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998



LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111F13




 HUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
 CIP. N° 92507
 INGENIERO GEOGRAFO

| FICHA 3 | | TABLA DE CARACTERIZACION FINAL DEL AGUA | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---|---------------|----------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|----|
| TITULO | | Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021 | | | | | | | | | | |
| LINEAS DE INVESTIGACIÓN: | | Calidad Y Gestión de Recursos Naturales | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLES | | Jorge Adrian Ollivera Cahuana / Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga | | | | | | | | | | |
| ASESOR | | Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | | | | | | | | | | |
| CODIGO DE MUESTRA | VOLUME N (L) | Parámetros Físicos | | | Parámetros Biológicos | | | Parámetros Químicos | | | | |
| | | T | Conductividad | Turbidez | DBO | DQO | OD | ST | SD | SST | pH | Eh |
| | | (°C) | μS/cm | NTU | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | mg O ₂ /l | Unidad de pH | mV |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.


Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998

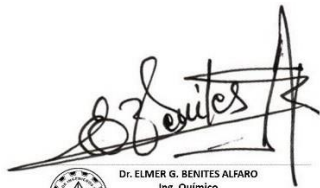

LUIS FERMÍN
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. Nº 111F11




ANUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
 CIP. Nº 82507
INGENIERO GEOGRAFO

| FICHA 4 | | TABLA DEL REACTOR DE PLASMA DE BARRERA DIELECTRICA | | | | | | | |
|--------------------------|---|---|--------------------------|--------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| TITULO | Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021 | | | | | | | | |
| LINEAS DE INVESTIGACIÓN: | Calidad Y Gestión de Recursos Naturales | | | | | | | | |
| RESPONSABLES | Jorge Adrian Ollivera Cahuana / Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga | | | | | | | | |
| ASESOR | Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | | | | | | | | |
| CODIGO DE MUESTRA | Características del reactor de plasma con barrera dieléctrica | | | | Tiempo de resistencia | | | | |
| | Fuente eléctrica | Arco eléctrico | Estabilizador de voltaje | Transformado | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| | Analógico | Kilovoltios Amperaje | Ohmios | Amperaje | Minutos | Minutos | Minutos | Minutos | Minutos |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.




Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renacy P0034858
 CIP 71998



**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA**
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. C.I.P. N° 111F11



INSTITUTO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERÚ
HUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
 CIP. N° 92507
 INGENIERO GEOGRAFO

Anexo 4: Validación de instrumentos por los 3 expertos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ubicación de muestra
5. Autor(a) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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

- a. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- b. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----|
| X |
| 95% |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 set del 2021


 Dr. ELMER E. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Profesional: PDC03858
 CIP 7198

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales
2. Cargo e institución donde labora: Docente/ UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla de caracterización inicial del agua
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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, o bjetivos s hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | | X | |
| 9. METODOLOGÍA | Las estrategias responden 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

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----|
| X |
| |
| 95% |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 set del 2021




Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Profesionista: 19034858
 CIP 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla de caracterización final del agua
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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, o bjetivos s hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | | X | |
| 9. METODOLOGÍA | Las estrategias responden 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

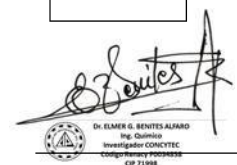
1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

| |
|--|
| |
|--|

| |
|-----|
| 95% |
|-----|

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN
Lima 12 set del 2021



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 C.O.P. 1198

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla del reactor de plasma de barrera dieléctrica
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | | X | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | | X | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|-----|
| |
| |
| 95% |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 set de del 2021



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO
 Ing. Químico
 Investigador CONCYTEC
 Código Renam 90034858
 CIP 71398

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Holguin Aranda Luis Fermin
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Ambiental
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ubicación de muestra
5. Autor(a) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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

- i. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- ii. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 de octubre del 2021



**LUIS FERMÍN
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111F11**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Holguin Aranda Luis Fermin
2. Cargo e institución donde labora: Docente/ UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Ambiental
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla de caracterización inicial del agua
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 de octubre del 2021



**LUIS FERMÍN
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111612**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Holguin Aranda Luis Fermin
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Ambiental
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla de caracterización final del agua
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 de octubre del 2021



**LUIS FERMIN
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111F11**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Holguin Aranda Luis Fermin
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Ambiental
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla del reactor de plasma de barrera dieléctrica
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 de octubre del 2021



**LUIS FERMÍN
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111412**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Ahuber Omar Vasquez Aranda
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Geográfico
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ubicación de muestra
5. Autor(a) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|----------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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 | | |

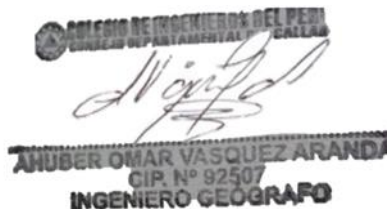
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- a. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- b. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

 Lima 21 de octubre del 2021



AHUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
 CIP. N° 92507
 INGENIERO GEOGRAFO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
V. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Ahuber Omar Vasquez Aranda
2. Cargo e institución donde labora: Docente/ UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Geográfico
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla de caracterización inicial del agua
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

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 formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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, o bjetivos s hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | Las estrategias responden 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 | | |

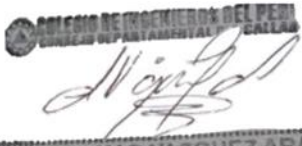
VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 21 de octubre del 2021



AHUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
CIP. N° 92507
INGENIERO GEOGRAFO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Ahuber Omar Vasquez Aranda
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Geográfico
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla de caracterización final del agua
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

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 formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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, o bjetivos hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | Las estrategias responden 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

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

90%

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 12 set del 2021



Ahuber Omar Vasquez Aranda
AHUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
 CIP. N° 92507
INGENIERO GEOGRAFO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: Mg. Ahuber Omar Vasquez Aranda
2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV Lima Norte
3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Geográfico
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Tabla del reactor de plasma de barrera dieléctrica
5. Autor(A) del instrumento: Olivera Cahuana Jorge Adrian / Sanchez Mayanga Jeimy Dorothy

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 formulada con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y a 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. INTERNACIONALIDAD | 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 | Las estrategias responden 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 | | |

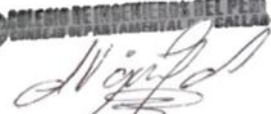
VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

1. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
2. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

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

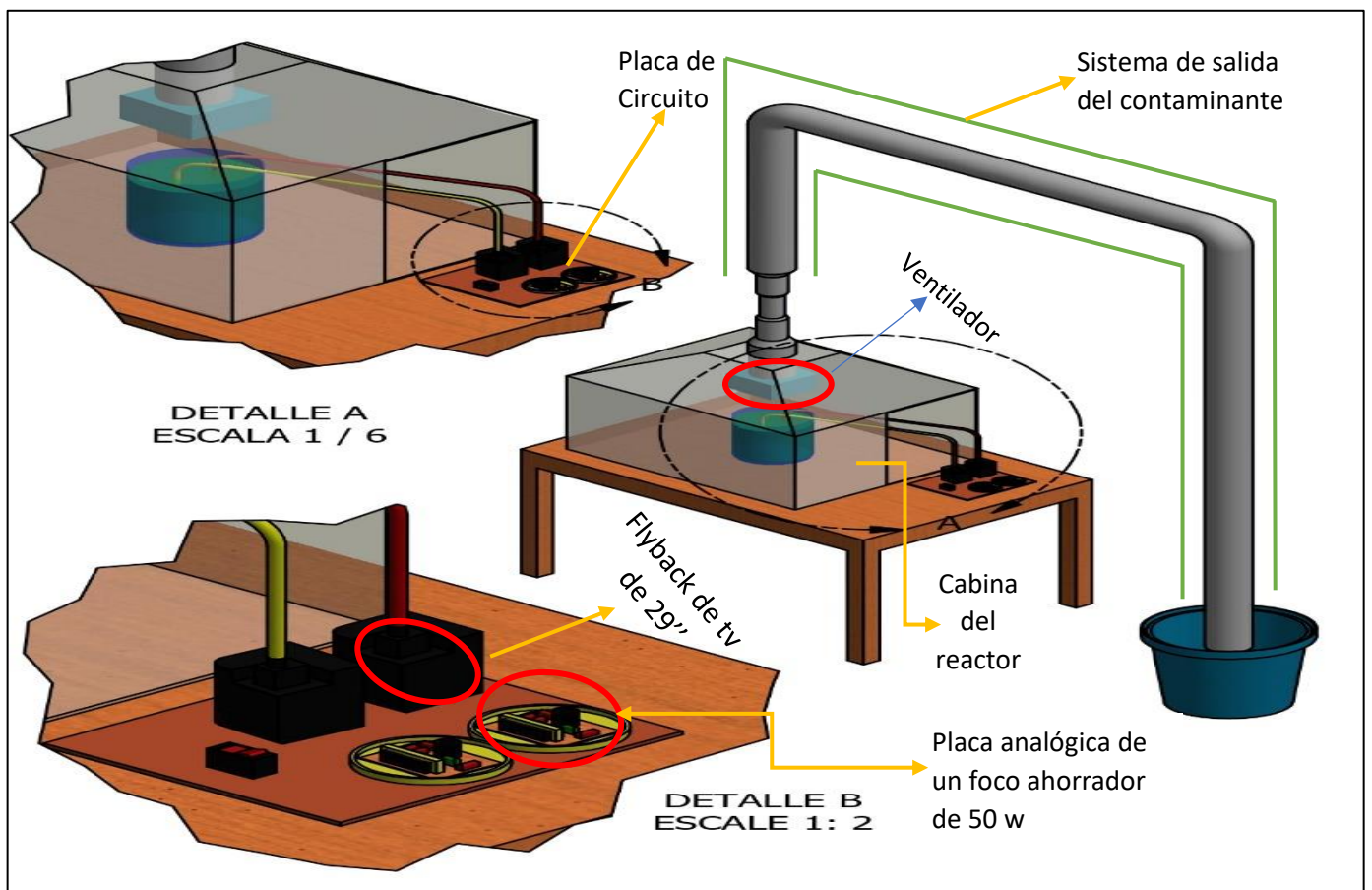
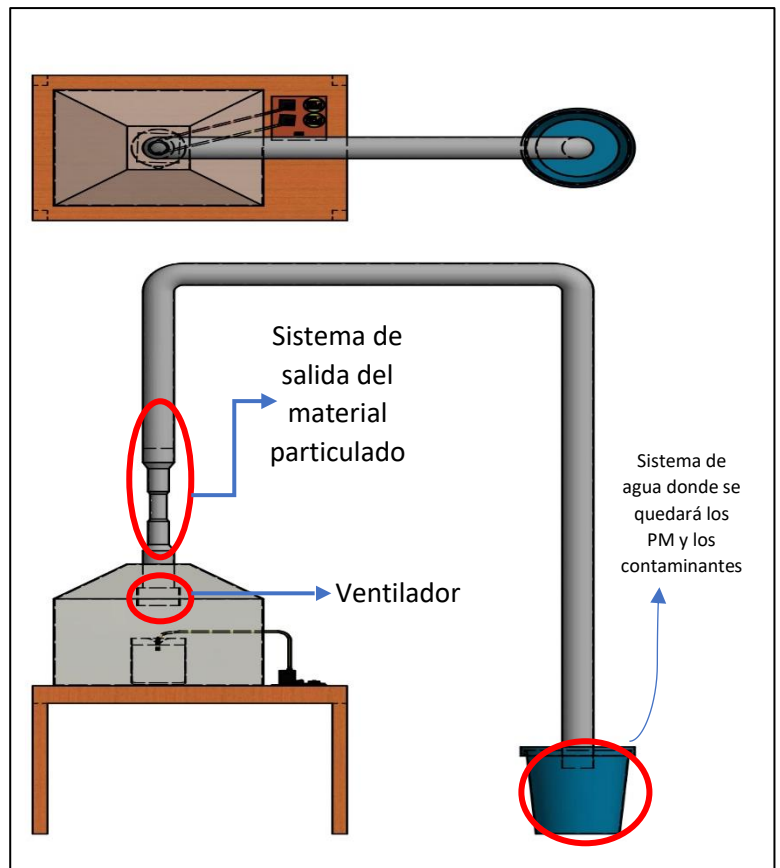
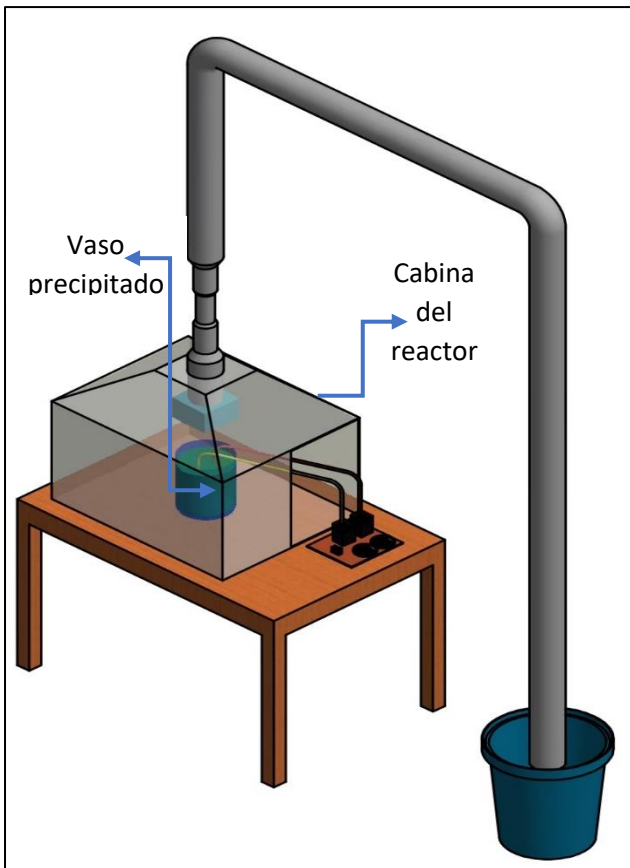
VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima 21 de octubre de del 2021

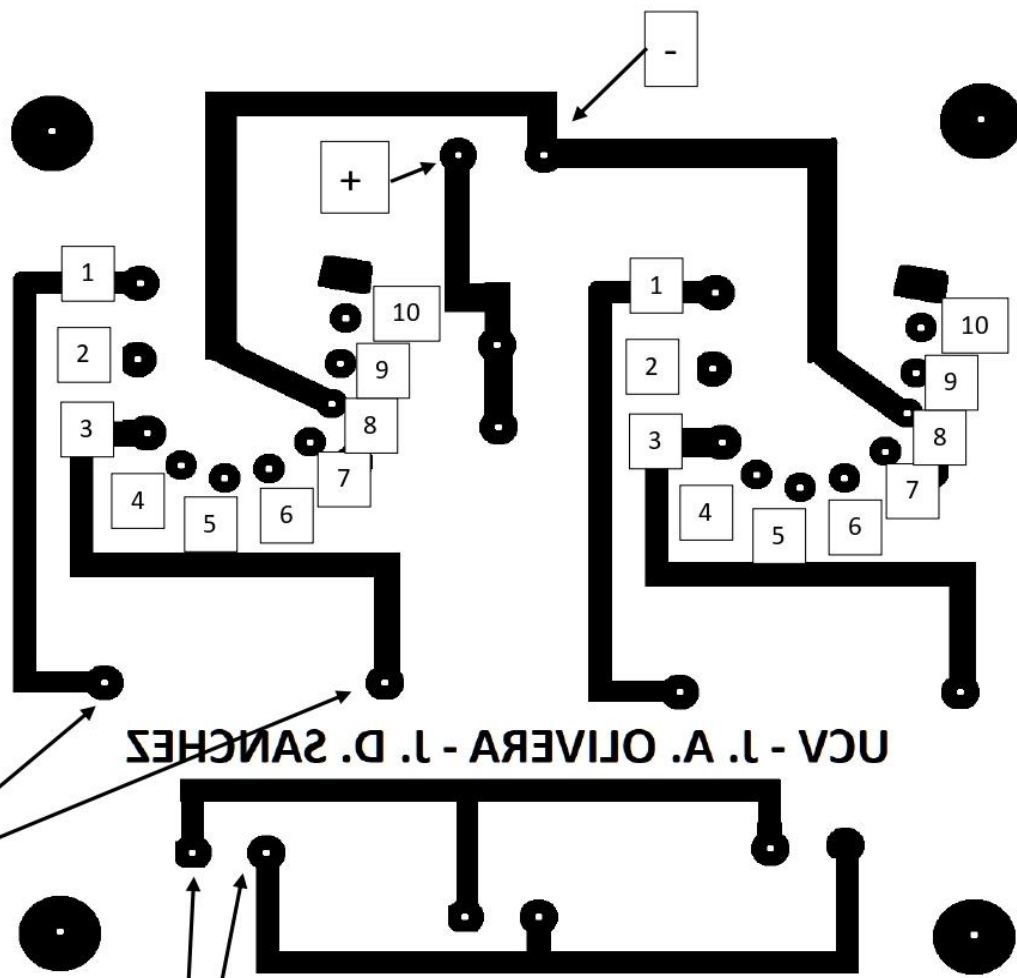


AHUBER OMAR VASQUEZ ARANDA
CIP. N° 82507
INGENIERO GEOGRAFO

Anexo 5: Diseño del Reactor de Plasma de Barrera Dieléctrica (DBD)



PLANO ELECTRÓNICO DE LA PLACA



Concepciones del flyback a la placa analógica del foco ahorrador



Código del flyback





Anexo 6: Fotos de evidencia



FOTO N°1: Panorámico del área de espera y plataforma de lavado de camiones compactadores.

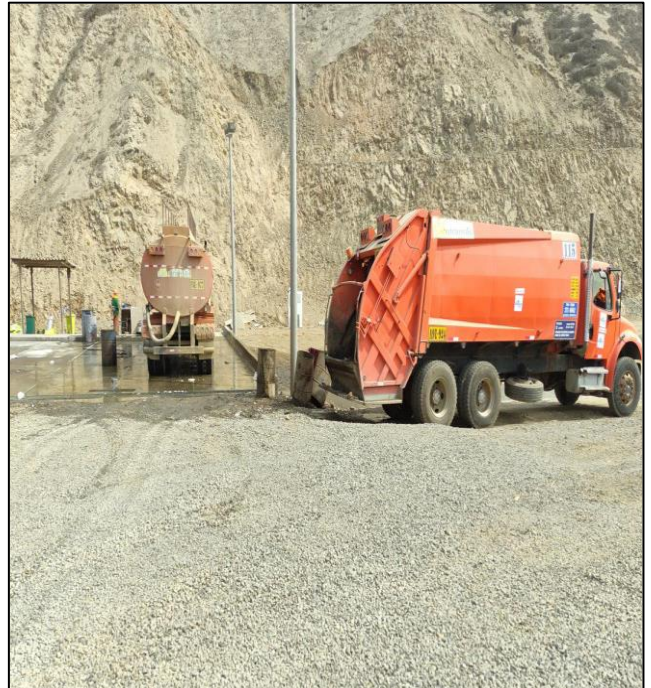


FOTO N°2: Plataforma de lavado de camiones compactadores.

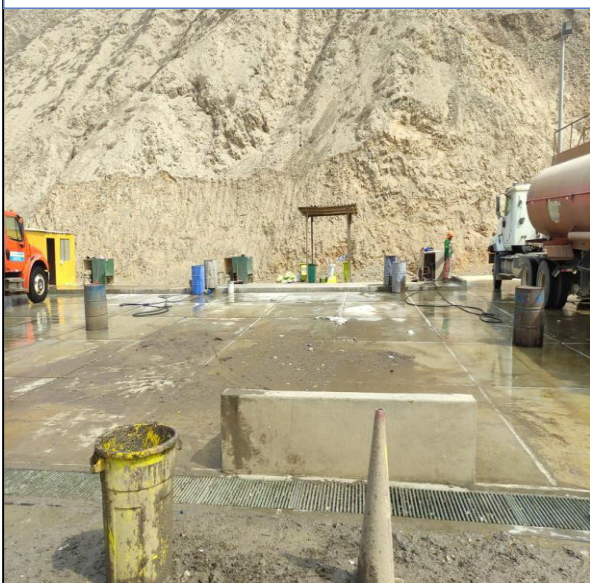


FOTO N°3: Canaleta de rejillas de la plataforma de lavado de camiones compactadores.



FOTO N°4: Canaleta de salida del agua filtrada del lavado de camiones compactadores.



FOTO N°5: Cabina del reactor donde se coloca en la parte superior un ventilador y un tubo de salida de los contaminantes.

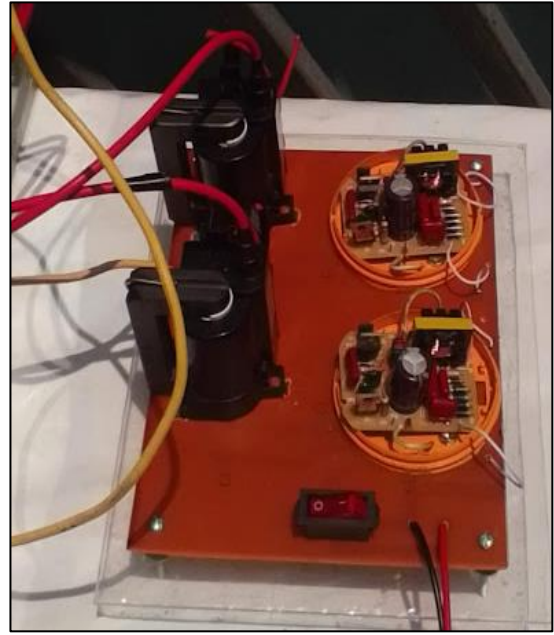


FOTO N°6: 2 Flyback de Tv de 29" y 2 focos ahorradores de 50 W de potencia cada uno.

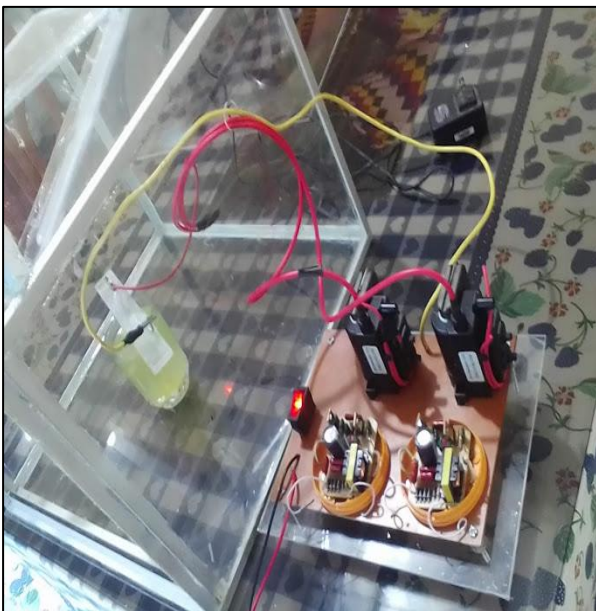


FOTO N°7: Sistema circuito de la descarga de barrera dieléctrica (DBD)



FOTO N°8: Armado del Reactor de plasma de barrera dieléctrica.



FOTO N°9: Colocamos las muestras dentro de la cabina del reactor.



FOTO N°10: se coloca un electrodo dentro del agua y el otro al borde del agua sin tocarla.

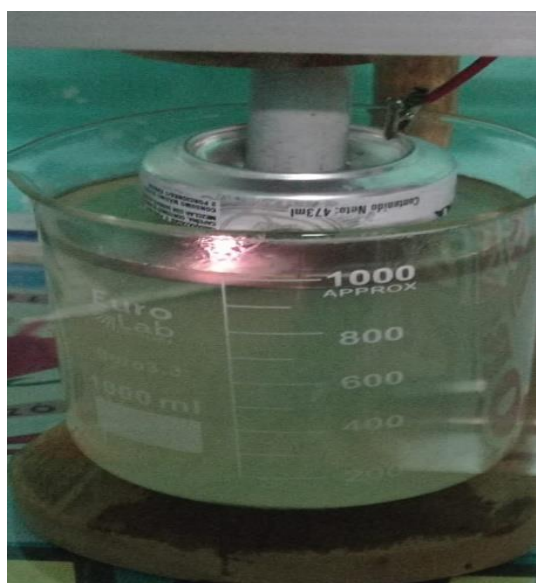


FOTO N°11: Generación de descargas eléctricas.

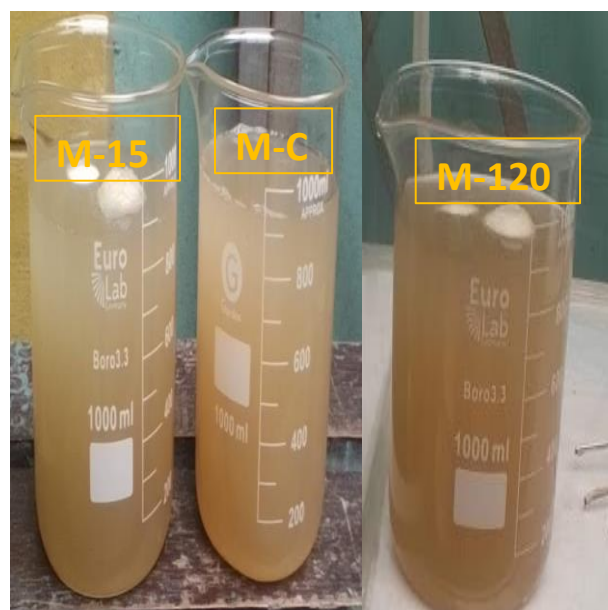


FOTO N°12: Resultados antes y después del tratamiento del agua de lavado de compactadores utilizando el reactor de plasma de barra dieléctrica

Anexo 7: Certificados de Análisis del agua de lavado de compactadores

INFORME DE ENSAYO

N° AM-150.21

Emitido en el Callao, el 21 de Octubre del 2021 Pág. 1 de 4

Nombre del Solicitante : Jeimy Dorothy Sanchez Mayanga

DNI : 75088713

Dirección: Consignada

Asunto : Análisis Físico-químicos y Microbiológico

Tipo de Muestra : Agua Residual de Compactadora

Cantidad de Muestras : 09

Fecha de Recepción : 15-10-2021

Características de la muestra : Frascos PVC x 1L c/u. refrigeradas y preservadas. Envase de vidrio 450 ml

Fecha de realización del ensayo : Del 15-10-2021 Hasta 21-10-2021

DESCRIPCION DE MUESTRAS

| CÓDIGO | DESCRIPCION | FECHA DE MONITOREO | HORA DE MONITOREO | CONDICIONES AMBIENTALES |
|---|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|
| M-C T-15 T-30 T-45 T-60 T-75 T-90 T-105 T-120 | Aguas Residual | 17/11/2021 | 10:00 Horas | Nubosidad (2/8) - Cielo Despejado |

Nota: La Fecha, hora y Condiciones Ambientales de Monitoreo son datos proporcionados por el Área de Monitoreo.

Los ensayos se han realizado en los Laboratorios de Minlab SRL. sito en el Jr. España N°931 -La Perla- Callao y si el servicio lo considera las contramuestra (a) del producto serán conservadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este Informe de Ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin aprobación de Minlab SRL.

AM-FR-11/ Versión: 03



INFORME DE ENSAYO

N° AM-150.21

Emitido en el Callao, el 21 de Octubre del 2021 Pág. 2 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO

| DETERMINACION | METODOLOGIA |
|--|--|
| Determinación de pH | SMEWW. APHA.AWWA.WEF. 21 st Edition. 2005. Part 4500-H ⁺ -B. Electrometric Method. |
| Determinación de Potencial de Oxidación-Reducción | 2580. B. Oxidation-Reduction Potential Measurement in Clean Water. Oxidation-Reduction Potential (ORP). 22 ^a Edición.2012. SM - APHA/AWWA/WEF |
| Determinación de Conductividad Eléctrica | APHA.AWWA-WEF 2510-B 21 ST Edition, 2005, Conductivity, Laboratory method. |
| Determinación de Oxígeno Disuelto | EPA 380.2, 1999, Oxygen Dissolved, Modified Winkler Full Bottle Technique |
| Determinación de Solidos Totales Disueltos (TDS) | NORMA MEXICANA NMX-AA-20-198 |
| Determinación de Solidos Suspendedos Totales (SST) | APHA-AWWA-WEF (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. New York, 2-55 a 2-59, método 2540 D. |

Los ensayos se han realizado en los Laboratorios de Minlab SRL, sito en el Jr. España N°931 -La Perla- Callao y si el servicio lo considera las contramuestra (a) del producto serán conservadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este Informe de Ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin aprobación de Minlab SRL.

AM-FR-11/ Versión: 03



INFORME DE ENSAYO N° AM-150.21

Emitido en el Callao, el 21 de Octubre del 2021 Pág. 3 de 4

METODOS DE ENSAYO

| DETERMINACION | METODOLOGIA |
|------------------------------------|--|
| Determinación de D.B.O.s | EPA 405.1 1990 Biochemical Oxygen Demand, 5 Days, 20°C |
| Determinación de DQO | EPA 410.1 1990 Chemical Oxygen Demand, Trirometric Mid - Level |
| Determinación de Turbidez del agua | Método Normalizado 2120 B |
| Determinación de Sólidos Totales | APHA-AWWA-WEF (2005) Metodo 2540 B. |

Los ensayos se han realizado en los Laboratorios de Minlab SRL. sito en el Jr. España N°931 -La Perla- Callao y si el servicio lo considera las contramuestra (a) del producto serán conservadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este Informe de Ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin aprobación de Minlab SRL.

AM-FR-11/ Versión: 03

EXPERTOS EN LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO

N° AM-150.21

Emitido en el Callao, el 21 de Octubre del 2021 Pág. 4 de 4

RESULTADO DE ENSAYOS

DETERMINACION DE PARÁMETROS

| Muestra | PARAMETROS | | | | | | | | | |
|---------|------------|---------------|----------|------------|-----------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| | pH | P. REDOX (mV) | C.E (uS) | TDS (mg/l) | TURBIEDAD (NTU) | OD (mg/l) | DQO (mg/l) | DBO (mg/l) | SST (mg/l) | ST (mg/l) |
| M-C | 4.87 | 119.1 | 2826 | 1410 | 325 | 0 | 1131.0 | 580.4 | 51.2 | 1520 |
| T-15 | 4.54 | 118.6 | 2819 | 1334 | 337 | 3.43 | 984.3 | 481.3 | 49.6 | 1487 |
| T-30 | 4.92 | 118.0 | 2802 | 1358 | 346 | 4.54 | 850.6 | 406.2 | 40.2 | 1480 |
| T-45 | 4.98 | 117.4 | 2770 | 2352 | 334 | 5.04 | 815.3 | 395.1 | 48.3 | 1465 |
| T-60 | 5.05 | 116.6 | 2785 | 2360 | 346 | 5.11 | 794.2 | 378.4 | 47.2 | 1458 |
| T-75 | 5.08 | 116.2 | 2798 | 2391 | 352 | 5.25 | 760.3 | 355.3 | 46.1 | 1446 |
| T-90 | 5.13 | 115.5 | 2805 | 2398 | 363 | 5.34 | 741.7 | 348.5 | 45.8 | 1437 |
| T-105 | 5.15 | 113.6 | 2818 | 2404 | 375 | 5.41 | 722.6 | 335.2 | 44.6 | 1438 |
| T-120 | 5.23 | 111.6 | 2820 | 2412 | 378 | 5.54 | 654.2 | 312.7 | 42.3 | 1431 |

La determinación de Fosfatos, Sulfuros y Fluoruros fueron realizados por un tercer laboratorio.

Los ensayos se han realizado en los Laboratorios de Minlab SRL, sito en el Jr. España N°931 -La Perla- Callao y si el servicio lo considera las contramuestra (a) del producto serán conservadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este Informe de Ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin aprobación de Minlab SRL.

AM-FR-11/ Versión: 03


Ing. Jesús Iglesias Zolezzi
Sub-gerencia de Medio Ambiente




Ing. Martín Rivadeneyra Asanza
Jefe de Laboratorio

Anexo 8: Prueba de originalidad -Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1729698006&u=1110027119&cs=1&lang=es&student_user=1

feedback studio JORGE ADRIAN OLIVERA CAHUANA Grupo 8

Resumen de coincidencias X


20 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

| | | | |
|------------------------|---------------------------|-----|---|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe | 7 % | > |
| Fuente de Internet | | | |
| 2 | hdl.handle.net | 3 % | > |
| Fuente de Internet | | | |
| 3 | Entregado a Universida... | 2 % | > |
| Trabajo del estudiante | | | |
| 4 | bioweb.uv.es | 1 % | > |
| Fuente de Internet | | | |
| 5 | idoc.pub | 1 % | > |
| Fuente de Internet | | | |
| 6 | www.hydrolisis.com | 1 % | > |
| Fuente de Internet | | | |
| 7 | Entregado a Escuela P... | 1 % | > |
| Trabajo del estudiante | | | |
| 8 | repositorio.upao.edu.pe | 1 % | > |
| Fuente de Internet | | | |

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tratamiento de aguas de lavado de compactadores para reducir materia orgánica utilizando un reactor de plasma de barrera dieléctrica, Huachipa - 2021

TESIS PARA OBTENER GRADO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Ambiental

AUTORES:

Olivera Cahuana, Jorge Adrian (ORCID:0000-0002-5517-955X)

Sanchez Mayanga, Jeimy Dorothy (ORCID:0000-0001-9458-7452)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2021

Página: 1 de 81 | Número de palabras: 19006 | Versión solo texto del informe | Alta resolución **Activado**