



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Nano-burbuja de ozono para reducir las concentraciones en los
parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina
contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Cruzado Herrera, Connie Aylin (orcid.org/0000-0002-5844-091X)

Gonzales Acuña, Lis (orcid.org/0000-0002-6260-1333)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio (orcid.org/0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: Nanoburbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024, cuyos autores son GONZALES ACUÑA LIS, CRUZADO HERRERA CONNIE AYLIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO DNI: 08447308 ORCID: 0000-0002-3419-7361	Firmado electrónicamente por: JORDONEZ02 el 29- 06-2024 09:54:36

Código documento Trilce: TRI - 0770834





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CRUZADO HERRERA CONNIE AYLIN, GONZALES ACUÑA LIS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
CONNIE AYLIN CRUZADO HERRERA DNI: 72155131 ORCID: 0000-0002-5844-091X	Firmado electrónicamente por: CCRUZADOHER el 24- 06-2024 18:09:55
LIS GONZALES ACUÑA DNI: 75062166 ORCID: 0000-0002-6260-1333	Firmado electrónicamente por: GGONZALESAC el 24- 06-2024 17:16:14

Código documento Trilce: TRI - 0770833

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios por guiarme, cuidarme y darme las fuerzas para lograr cumplir mi meta estipulada de concluir mi carrera de ingeniería Ambiental.

A mis padres Prudencio y Elena que con su esfuerzo, paciencia y consejos me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño, gracias por inculcar valores como la valentía, perseverancia, esfuerzo para no rendirme.

A mis hermanos gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida.

LIS GONZALES ACUÑA

Dedico mi tesis a mis padres; por el apoyo incondicional, por darme fuerzas para seguir con mis estudios; y, por ser la fuente de inspiración para seguir adelante y ser su mejor ejemplo de Ellos.

CONNIE AYLIN CRUZADOHERRERA

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme la formación universitaria y encaminar mis pasos hasta culminar la etapa académica.

A mis compañeros de vida y Padre Prudencio Gonzales, mi mamita Elena Acuña que son los pilares más importantes en mi vida, gracias a la motivación, palabras de aliento y por siempre confiar en mi potencial para llegar a esta etapa tan importante de mi vida.

A mis hermanos Braulio y Betty por apoyarme cada día con mis expectativas profesionales, saben que los quiero mucho.

A mi abuelita Josefina Salazar es la persona que después de mis padres más se preocupaba por mí, infinitamente agradecida por tus consejos.

A mis estimados profesores de la UCV que con sus enseñanzas se va surgiendo con lo aprendido y siempre resaltando al Dr. Jhonny Valverde; Dr. Julio Ordoñez; Ing. Carla Gallo; Ing. GianMarco Mendoza; Ing. Jonnatan Bañon; por el apoyo en absolver las inquietudes, asesorías, motivación que me brindaron en este largo proceso.

LIS GONZALES ACUÑA

Agradezco a Dios por siempre estar presente; a mi Asesor Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por la paciencia y dedicación, a la UCV por acogernos en su casa de estudios y justo cuando más lo necesitábamos.

CONNIE AYLIN CRUZADO HERRERA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del Asesor	ii
Declaratoria de Originalidad de Autores.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÌNDICE DE TABLAS.....	vii
ÌNDICE DE FIGURAS	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	14
III. RESULTADOS	19
IV. DISCUSIÓN	42
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad total de Nano-burbuja de Ozono en base al diámetro	19
Tabla 2: Características del sistema de Nano-burbujas de Ozono	20
Tabla 3: Valores iniciales y finales del pH	20
Tabla 4: Concentraciones iniciales y finales de aceites y grasas	21
Tabla 5: Porcentaje de reducción de la concentración de aceites y grasas con relación al tiempo	22
Tabla 6: Concentraciones iniciales y finales de turbidez.....	23
Tabla 7: Porcentaje de reducción de la concentración de la turbidez con relación al tiempo.....	24
Tabla 8: Concentraciones iniciales y finales de DBO ₅	25
Tabla 9: Porcentaje de reducción de la concentración del DBO ₅ con relación al tiempo.	26
Tabla 10: Concentraciones iniciales y finales de DQO.....	27
Tabla 11: Porcentaje de reducción de la concentración del DQO con relación al tiempo.	28
Tabla 12: Concentraciones iniciales y finales de coliformes totales	29
Tabla 13 : Porcentaje de reducción de la concentración de coliformes totales con relación al tiempo.....	30
Tabla 14: Concentraciones iniciales y finales de <i>escheriachia Coli</i>	31
Tabla 15: Porcentaje de reducción de la concentración de <i>escheriachia Coli</i> con relación al tiempo.....	32
Tabla 16: Porcentaje de reducción en relación al tiempo	33
Tabla 17: Promedio del porcentaje de reducción de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	34
Tabla 18: Fiabilidad del Tamaño de la Nano-burbujas de Ozono.....	35
Tabla 19: Pruebas de normalidad.....	36
Tabla 20: Prueba de T-student de los diámetros de la Nano-burbujas de Ozono	37
Tabla 21: Fiabilidad de los parámetros fisicoquímico y microbiológico	38
Tabla 22: Pruebas de normalidad	38
Tabla 23: Prueba Wilcoxon.....	39
Tabla 24: Prueba de Wilcoxon entre el tiempo de tratamiento y la muestra inicial	40
Tabla 25: Rangos de la prueba de Wilcoxon entre el tiempo de tratamiento y la muestra inicial	41

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de aplicación del Ozono.....	10
Figura 2: Cantidad de Nano-burbuja de Ozono	19
Figura 3: Medida del parámetro pH.....	21
Figura 4: Medida de la concentración de aceites y grasas	22
Figura 5: Reducción en la concentración de aceites y grasas	23
Figura 6: Medida del parámetro turbidez.....	24
Figura 7: Reducción en la concentración de turbidez.....	25
Figura 8: Medida del parámetro DBO ₅	26
Figura 9: Reducción en la concentración de DBO ₅	27
Figura 10: Medida del parámetro DQO	28
Figura 11: Reducción en la concentración de DQO	29
Figura 12: Medida del parámetro coliforme Totales.....	30
Figura 13: Reducción en la concentración de coliformes totales	31
Figura 14: Medida del parámetro <i>escheriachia Coli</i>	32
Figura 15: Reducción en el parámetro de <i>escheriachia coli</i>	33
Figura 16: Porcentaje de reducción en relación al tiempo	34

RESUMEN

El crecimiento industrial, generó una gran contaminación en la ciudad de Paracas producido por las industrias pesqueras que vierten sus aguas residuales al mar afectado a la salud pública, los ecosistemas y recursos que aun preservan la reserva nacional de Paracas. Debido a ello planteamos las ODS que contribuye nuestra investigación: Agua Limpia y Saneamiento, Hambre cero, salud y bienestar, acción por el clima. Asimismo, se plantea como objetivo general; evaluar la influencia de la Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024. Siendo esta investigación de tipo aplicada, diseño experimental y de enfoque cuantitativo. En base a la población son el agua marina contaminada por industrias pesquera que vierte un volumen de 3310 L de aguas residuales diarios (IMARPE, 1995). En la aplicación del tratamiento con Nano-burbujas de Ozono en un tiempo de 10, 20 y 30 min presento una reducción de concentraciones en el pH 2.86%, DQO 68.50%, DBO5 34.68%, turbidez 99.45%, aceites y grasas 96.67%, coliformes totales 14.49% y E. coli 88.29%, en los cuales concluimos que el tratamiento aplicado demuestra nivel de reducción de concentración del valor inicial en base al tiempo aplicado.

Palabras Clave: Tratamiento, ozono, contaminante, reducción, parámetros.

ABSTRACT

Industrial growth generated great pollution in the city of Paracas produced by fishing industries that dump their wastewater into the sea, affecting public health, ecosystems and resources that still preserve the Paracas national reserve. Because of this, we propose the SDGs that contribute to our research: Clean Water and Sanitation, Zero Hunger, health and well-being, climate action. Likewise, it is proposed as a general objective: evaluate the influence of the Ozone Nano-bubble to reduce the concentrations of physicochemical and microbiological parameters in seawater contaminated by the fishing industry in Paracas 2024. This research is of applied type, experimental design and quantitative approach. Based on the population, seawater is contaminated by fishing industries that discharge a volume of 3310 L of wastewater daily (IMARPE, 1995). In the application of the treatment with Ozone Nano-bubbles in a time of 10, 20 and 30 min, I presented a reduction in concentrations in pH 2.86%, COD 68.50%, BOD5 34.68%, turbidity 99.45%, oils and fats 96.67%, coliforms total 14.49% and E. coli 88.29%, in which we conclude that the treatment applied demonstrates a level of concentration reduction from the initial value based on the time applied.

Keywords: Treatment, ozone, pollutant, reduction, parameters.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es una problemática de impacto negativo en el planeta debido a que viene afectando los océanos, ríos y lagos, comprometiendo la calidad del agua debido a propiedades que afectan los estándares de calidad del agua, posterior a ello causando daños a la salud pública de las personas al estar expuesto a distintos tipos de contaminantes del cuerpo de agua. Se visualiza que existían diversos planteamientos para poder desarrollar las buenas prácticas de reutilización de aguas, donde existen tratamientos de dos clases simples y complejos, por ello es nuestro deber tomar conciencia y pensar en ese líquido vital para los seres vivos llegará a la escasez y sigue igual que ahora, donde es el punto de partida para solucionar este grave problema y a gran escala muy perjudicial (Council, 2017).

De acuerdo a ello es importante resaltar una problemática que se enfoca en la ciudad de Paracas ubicada en la costa oeste del Perú, donde presenta lugares turísticos muy concurrido por turistas, como las playas del Chaco que se encuentra ubicada en la bahía de Paracas siendo un área protegida y un inicio hacia las deshabitadas Islas Ballestas, pingüinos de Humboldt, hogar de lobos marinos y pelícanos. Sin embargo, desde hace más de 10 años hasta la actualidad, se mostraron signos a gran escala de contaminación de esta reserva nacional donde se encontraron un total de 33 focos de contaminación de aguas residuales que son vertidos directa e indirectamente al Mar de Paracas provenientes de fuentes municipales, industriales, domésticas, fuga de hidrocarburos y fuentes no urbanas, actualmente existe 8 plantas dedicadas exclusivamente al procesamiento de harina de pescado (ANA, 2020, p.1).

Cabe resaltar que la primera fuente de contaminación y de mayor preocupación es la corriente de aguas servidas de la harina de pescado, debido a que según el ministerio de producción estimaba que cada 15 días se liberan un total de 10 mil toneladas de aguas contaminadas al mar, en el cual a simple vista se logró registraron capas de grasa flotantes, residuos de pescado, turbidez, un olor pestilente debido a la putrefacción de los residuos orgánicos y por último se

encontraron restos de detergentes provenientes del lavado de maquinarias ,debido a ello los impactos ambientales que se diagnosticaron fueron una muerte masiva de cangrejos, lobos marinos y pingüinos de Humboldt. De antemano también se ve expuesta la salud de los habitantes, debido a que al ser una zona turística y de gran popularidad, suele haber bañistas en estas playas tanto niños, adultos y ancianos, se ven expuestos a infecciones a la piel, oído, conjuntivitis, enfermedades diarreicas y entre otras. Por consiguiente, es sumamente importante adoptar medidas para mitigar la contaminación presente en el agua para no afectar a los bañistas, flora, fauna de la reserva de paracas dando mención a la descontaminación de lo residual de agua en la fábrica de producción mediante el tratamiento Nano- burbuja de Ozono (Congreso de la república, 2004).

En lo mencionado anteriormente se plantea el **problema general** de esta investigación que es: ¿Cómo influye la Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024? como consiguiente los **problemas específicos**:¿Cuáles son las características físicas de la Nano- burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los fisicoquímico y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024? ; ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación del tratamiento de Nano- burbuja de Ozono en aguas marinas contaminadas por industrias pesquera en Paracas 2024?, ¿Cuál es el tiempo adecuado para la reducción de las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante Nano-burbuja de Ozono en aguas marinas contaminadas por industrias pesquera en Paracas 2024?

Después que se desarrolló la aplicación del tratamiento mediante la Nano-burbuja de Ozono se espera alcanzar la disminución de la concentración en los parámetros microbiológicos y físico-químicos de las aguas marinas contaminadas por industrias pesquera, hasta alcanzar el valor establecido en los estándares de ECA agua o si no excede demostrar la reducción de nivel de contaminación , ya que de esa manera conservaremos la condición adecuada

del agua y conservación del ambiente, siendo de suma importancia priorizar el cuidado de la reserva nacional que conserva nuestra flora y fauna, a la vez contribuyendo al turismo; es por ello que se plantea como justificación de relevancia ambiental la conservación y cuidado de la fuente de agua que beneficia al ecosistema y sus diferentes componentes como la disminución de los gases de efecto invernadero , quiere decir en base a los antecedentes y estudios realizados es eficiente el tratamiento de Nano-burbuja de Ozono para el tratamiento de aguas contaminadas siendo que esos residuos de industria pesquera que vierten tengan una reducción en su nivel de contaminación , se presentó la justificación teórica que se desarrolla mediante la recopilación de datos de conocimiento y estándares desarrollados por otros investigadores que utilizan el método de Nano- burbuja de Ozono para poder analizar y cuantificar los resultados sobre la calidad y reducción de los parámetros del cuerpo hídrico , para la justificación metodológica es necesario alcanzar los resultados definidos en los objetivos de la tesis de grado, de modo que los resultados de esta investigación creen nuevas alternativas para la reducción de contaminantes del agua y sirvan como punto de partida para futuras investigaciones , como ultimo la justificación social se caracteriza debido que los bañistas, turistas que acuden al mar de la reserva nacional de Paracas como área recreativa ya no se encuentren expuestos a la contaminación de bacterias , contaminantes que directamente afecte a la salud pública de la población . En base a ello nos basamos en el lineamiento de los objetivos del desarrollo sostenible que busca contribuir de manera eficiente para lograr una visión sostenible en los cuales la investigación abarcamos lo siguiente: Agua Limpia y Saneamiento, Hambre cero, salud y bienestar, acción por el clima.

El presente proyecto se plantea como **objetivo general** de esta investigación que es: Evaluar la influencia de la Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024 , como consiguiente los **objetivos específicos**: Determinar las características físicas de la Nano- burbuja de Ozono para reducir las concentraciones de los parámetros fisicoquímico y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024 ; Determinar la concentración de los

parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación del tratamiento de Nano- burbuja de Ozono en aguas marinas contaminadas por industrias pesquera en Paracas 2024, Determinar el tiempo adecuado para la reducción de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante Nano-burbuja de Ozono en aguas marinas contaminadas por industrias pesquera en Paracas 2024.

Por consiguiente, la investigación realizada por el instituto de educación superior tecnológico, nos da a conocer que la propuesta de aplicación de Nano- burbuja de Ozono plantea la mejora en la calidad de las aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras, demostró una alternativa beneficiosa ya que no produjo ningún residuo y se descompone nuevamente en oxígeno, la permanencia mínima en el agua por que las moléculas de oxígeno vuelven a su estado natural, el gran porcentaje de eficacia. Con la finalidad de minimizar la contaminación generada en la bahía de paracas, la cual está generando varios estribos en la biodiversidad de la zona y salud de los pobladores, es por ello que a través de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono los estudios garantizaron su fiabilidad del tratamiento y control de las aguas marinas contaminadas, sus olores y desechos que son originados por las industrias pesqueras.

El desarrollo de la investigación, requiere de un marco teórico que se da inicio con la revisión de los antecedentes entre los cuales tenemos:

Según Clem y Mendonca (2022) probó una nueva tecnología que utilizo la aplicación de ozono (O₃) con una membrana de ultrafiltración (UF) para el proceso terciario de residuos de agua. Los procedimientos de tratamiento primario y secundario de residuos de agua estuvieron compuestos por la cisterna séptica y un filtro anaeróbico, donde el experimento se dividió en dos etapas: la primera incluyó sólo el suministro de O₃ al reactor, la segunda incluyó la inclusión de una membrana UV. En el paso 2, la membrana UV dentro del reactor se activó después de 40 minutos de ozonización. El uso de O₃ + UV eliminó el 100% de la cantidad total de coliformes y virus de las aguas residuales secundarias, el fósforo eliminado fue de 89.13%, 95.41%, 82%, 93.4%, 14.75%

y 79.67%, respectivamente y se obtuvo como los resultados presentados aquí indican que el rendimiento de este nuevo diseño de reactor es eficaz para el proceso terciario de Aguas residuales y debería estar disponible para su uso en un futuro próximo estudios.

Según Velásquez (2023) para el procesamiento de aguas residuales y el tratamiento se utilizó un método de peróxido de hidrógeno y ozono, combinando el ozono con el caudal constante de 5 mg/min, donde se utilizan métodos tradicionales utilizando diferentes dosis de peróxido de hidrógeno de manera eficaz para reducir los parámetros del agua residual tratada, como DBO5, DQO y SST (excepto pH), cuyos valores aumentan durante el tratamiento, mejorando el estado del agua residual, para ello se utiliza peróxido de hidrógeno en dosis de 20 ml. Para la reducción de los parámetros de las aguas residuales de 30 ml fueron muy similares y se concluyó que la dosis óptima para este procedimiento es de 20 ml, en el proceso de tratamiento de aguas residuales, donde el pH aumenta por la formación de radicales hidroxilos. En la validación del método utilizando 20 mL de peróxido de hidrógeno, el pH aumentó de 7.48 a 8.08 en 10 minutos y de 7.63 a 8.12 en la validación donde los valores de pH obtenidos durante la validación del método y del proceso, tratamiento de aguas residuales dentro de los límites admisibles por EPSAS S.A. Los parámetros de demanda Bioquímica de Oxígeno en el tratamiento de aguas residuales se pueden reducir de 188.79 mg/L a 83.42 mg/L durante la verificación del método y se pueden reducir de 259.59 mg/L a 150.16 mg/L durante la verificación de peróxido, donde los valores de DBO5 se obtienen durante la validación del método y la validación después de aguas residuales exitosas. En la validación y verificación del método se pudo reducir el parámetro DQO de un valor de 328 mg/L a un valor de 232 mg/L, y lo confirmaron en el periodo de un valor minimizado en 228 mg/L de 340 mg/L que fue inicial con 20 ml de peróxido de hidrógeno durante 10 minutos, y el valor de DQO obtenido durante el proceso de la validación y verificación del método posterior al tratamiento de aguas residuales no debe ser inferior a los límites permitido. El parámetro SST en una técnica de tratamiento de aguas residuales aprobado se puede reducir de un valor de 20 mg/L a un valor de 0 mg/L y de un valor de 40 mg/L a un valor de 0 mg/L. Una dosis de 20 ml de peróxido de hidrógeno, a través de la cual el valor de SST obtenido durante la

validación del método tratamiento de aguas residuales.

Según Ramírez (2019) demostró al instalar un reactor de vidrio de 19 litros, con trampas de yoduro de potasio para la captación del ozono residual del gas de escape, cada una de ellas con 500 ml de solución de 2 - 5% de retención de O₃ y con una radiación de UV a una onda con longitud 254 nm y una dosis de 0.033 g O₃/min y también teniendo un flujo de 7.08L/min y el tiempo en 10 min. previo al ingreso del líquido de muestra con un concentrado de DQO 520 mg/L, NH₄⁺ 101 mg/L NNO₃- 42 mg/L, PT de 10mg/L y 7.6 de PH, se obtuvo después del tratamiento de 120 min una remoción del 74% de DQO, 9% de amonio, 65% de Nitrato, 27% de PT. Donde se obtuvo como resultados en tan poco tiempo estimaron una buena reacción alternativa, a la vez es un proceso que puede ser utilizado en una zona con bajos recursos.

Según Astrid (2022). Entre los principales grupos que destacan con los procesos de Avanzados de Oxidación conocidos como PAOS pertenecen a un conjunto de metodologías de procesos de aguas residuales, cabe resaltar que no son idénticas, estas se dirigen especialmente en la generación de hidroxilo a través de métodos 6 fotoquímicos. Estos son altamente reactivos que presentan una alta demanda de efecto en la oxidación de materia orgánica y compuestos inorgánicos. Entre todas las tecnologías la más destacada es la ozonización catalítica la cual presenta un alto nivel de potencial, debido a que este suele aprovechar el ozono y ayudo a generar una mejor oxidación permitiendo la degradación exitosa de los agentes invasores presentes en los residuos de agua. En si la oxidación catalítica tiene la facultad de aplicar de manera homogénea o heterogénea, siendo esta la más limpia, económica y sostenible.

Según Pereyra (Br.2022, p.5), la comprobación del sistema dinámico de hidro cavitación -Ozono es capaz de incrementar la eficiencia de calidad de los residuos de aguas domésticas al reduciendo las bacterias coliformes fecales en un 78% después de 40 minutos y en un 100% después de 80 minutos. En cuanto a los demás parámetros físico-químicos, la eficiencia relativa fue similar a la de los aceites y grasas. En general, es importante que se redujeran los

parámetros incluidos en el PGM de la legislación ambiental, a excepción de El DBO_5 y DQO, que disminuyeron, pero no alcanzaron los niveles deseados. De esta manera, $\text{HCD}+\text{O}_3$ es práctico y tiene beneficios ambientales ya que no se utilizan ni generan productos químicos, es práctico y fácil de implementarse e incluso ofreció eficiencia energética en la reducción de ciertas impurezas, clarificación de agua y homogeneización de sólidos.

Según Thanh et al.(2022) en su proyecto efecto de la ozonización sobre la biodegradabilidad el tratamiento de las aguas residuales urbanas de la planta de tratamiento , realizaron la prueba en la experimentación donde utilizaron como muestra 4 PTARS de aguas residuales urbanas austriacas donde el principal objetivo era disminuir los niveles de DBO_5 y microorganismos, una vez realizado el proceso de aplicación de 0.45 g O_3/g de la ozonización durante 5 días se obtuvo lo siguiente en reducción de microorganismos para la PTAR 2 (88,75%), PTAR 3(21,23%) y PTAR 4 (67,46%) por consiguiente en la reducción de DBO_5 (PTAR 2- 96,67%, PTAR 3 - 31,70% y PTAR 4 -77,98%).

Según Hernández, et al. (2019) planteó demostrar la eficacia en el procesamiento heterogéneo de O_3 catalítica (HC) de residuos de agua para servicios de automóviles utilizando catalizador magnético donde en la descomposición de mezclas orgánicas con 2 enlaces (olefina), mezclas aromáticas y sustancias fenólicas. y aminados identificados en aguas residuales mediante espectroscopía de masas. Utilizando pruebas FTIR realizadas en magnetita, se descubrió que las características catalíticas permanecen sin cambios. Donde se obtuvo una reducción DQO (60.92%) y DBO (74.76%), con carga de magnetita de 0.3 g/L y en el minuto 40. Por otro lado, con un tiempo de reacción de 40 minutos y una porción de magnetita de 0.1 g/L, la reducción de turbidez fue del 96.98%.

Según Salas (2021) en su investigación optimización en el rendimiento de procesos mixtos de electrocoagulación y ozono para la disminución de parámetros fisicoquímicos; donde se obtuvo una corriente de 0.5 A, una turbidez del 62.22%, en TSS del 85.44% y en DQO del 49.59%. La aplicación de la

corriente de 1.5 A se obtuvo una disminución de la turbiedad a 82.64% en SST, 91.20% y en DQO a 68.29%, donde en corriente de 2.4 A se obtuvo como respuesta del parámetro turbiedad a 98,93% en SST, 94.88% y en DQO a 89.43%, lo cual está de acuerdo con la normativa establecida. Dado que hay una mayor intensidad de corriente, esto conduce a una mayor eliminación de turbidez, TSS y DQO.

Según Pérez (2017) en su estudio aplico O₃ convencional a pH 3, 7 y 10, O₃ mediante una homogenización catalítica a pH 3 con Fe²⁺, Fe³⁺ y Mn²⁺. Lo obtenido se evaluó según el tanto por ciento de disminución de DQO donde se descubrió que el proceso de oxidación catalítica homogénea del ozono que utiliza O₃/pH 3/Fe³⁺ es más eficaz para el detenimiento de residuos de agua y la oxidación de una orgánica materia, posiblemente debido a mejores interacciones entre el catalizador y los productos químicos de la matriz, donde muestra la eficiencia más alta de eliminación de DQO fue del 7.5 % después de 90 min de procesamiento de O₃, potencialmente debido a la formación de subproductos del procesamiento de O₃. La eliminación más alta del verdadero color también fue del 59 % después de 90 min de tratamiento con ozono. Lo obtenido del tiempo de aplicación de burbujas de ozono en crecimiento y los residuos de agua durante la ozonización.

Según Leiva (2018) realizó una investigación para eliminar la materia orgánica en las aguas residuales. mediante la aplicación de ozono”, donde desarrollo un estudio de oxidación orgánica, medida por oxidación biológica durante 5 días el flujo de aire de 2 dm³/min, densidad de O₃ a 9.50 mg/dm³. Se mezcla 30 aguas residuales, en la que el tiempo de reacción se selecciona de 10 a 60 minutos, repitiendo cada proceso tres veces. Para cada tiempo de tratamiento de ozono el reactor se operó con 5 dm³ en tres repeticiones. Parámetros del indicador de contaminación anterior. muestran que el nivel de oxidación es satisfactorio, eliminando alrededor del 90% después de 50 minutos de reacción, de acuerdo con las normas vigentes para vertidos a depósitos de aguas residuales y de agua dulce. Ambos se oxidan mediante ozonización según el comportamiento de un polinomio de segundo orden con un coeficiente de correlación superior a 0.97.

Según Cáceres (2018) planteo la utilización de iones de plata y ozono en el tratamiento de aguas destinadas al consumo humano, en base a los ECA agua establecidos por la DIGESA. La concentración de O₃ estimada es SCFH (pies cúbicos estándar por hora), que es de 1 a 10 con 3.70 g de O₃ por hora con incrementos de descarga de iones de plata de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 y 4 segundos de oscilación en la descarga; Se agruparon en 20 grupos por triplicado para heterótrofos, coliformes totales y *Pseudomonas aeruginosa*, respectivamente. Después del mejor procesamiento, se determina el contenido restante de plata y ozono para afirmar la seguridad del producto. Donde como resultados, pudimos determinar la cantidad adecuada de iones de plata y ozono que se añadirán al agua embotellada para consumo humano, así como un reemplazo para otras técnicas de tratamiento ampliamente utilizadas que prolongarán la vida útil del producto.

Según Hernández (2019) en la investigación de efectos de micro y Nano-burbujas en los tratamientos de aguas residuales domésticas, se adaptó 3 muestras de agua de 25 litros en el tiempo de dos minutos entre aplicación (el proceso se repitió cada 4 horas durante 10 días), lo que resultó en la desinfección del agua contaminada. reflejado en la minimización de DQO, nitrito, nitrato, OD, SDT, conductividad saturación de oxígeno, sólidos precipitables y pH, se estima que se logra una disminución del 75% de la carga inicial, el control o la muestra en blanco reduce su concentración de carga orgánica en un 8%.

Según Gálvez (2019), en la investigación de efecto microbicida del ozono en los organismos vivos libres durante el proceso de purificación del agua, examina la acción bactericida del O₃ en microorganismos libres probados en seis tiempos de contacto (1, 2, 4, 6, 8 y 10 min) durante el tratamiento del agua, donde se le inyectó O₃ para determinar su actividad microbicida, y que luego fue analizada en el mismo Laboratorio para examinar su eficiencia de eliminación gratuita. - organismos vivos; Los muestreos se realizaron en tres días diferentes con tres repeticiones cada uno, tomándose muestras de tres litros de agua residual del sistema de filtrado y luego inyectadas con ozono; Tome un volumen de 90 mL

Los tiempos de exposición muestran que el aumento del tiempo de exposición da como resultado una disminución de los organismos libres debido al efecto bactericida del ozono, con la eliminación de microalgas comenzando en el minuto 2 y la eliminación de moho, bacterias y levaduras comenzando en el minuto 6 donde es progresivo del 50% de eficiencia .

El ozono (O_3) es una forma alotrópica de oxígeno de O_2 , lo que significa que está formado por los mismos átomos, pero combinados de diferentes maneras. Como puedes ver, la diferencia es que tiene tres átomos de oxígeno, mientras que el “oxígeno común” tiene solo dos. Tiene un peso molecular bajo (M.P. = 48) y sus tres átomos de oxígeno están dispuestos químicamente en cadena. El ozono se enriquece entonces con oxígeno (O_3) (Augusto y García, 2007).

El tratamiento de ozono (**Figura 1**) se caracterizaron por ser de uso para la desinfección sin embargo esta presenta muchas más opciones de gran utilidad, en el caso de tratamiento con ozono para aguas residuales el ozono ingresa en el tratamiento terciario, permitiendo la desinfección agua y reducir la contaminación del agua, continuando avanza por el reactor biológico, en este paso el nivel de oxígeno es alto originando la biológica oxidación y esto ocurre por la presencia del O_3 cuya interacción con la materia orgánica origina la biodegradabilidad y por último en la línea de fangos se agrega el ozono para el intercambio de sustancias inertes en los lodos y a la vez previene la visión de espumas (Barlow, 2020).

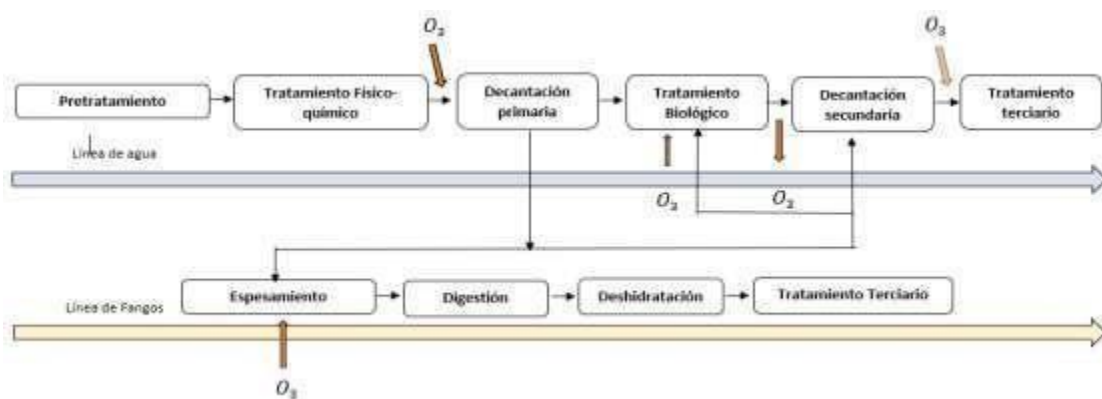


Figura 1: Proceso de aplicación del ozono.

Fuente: Barlow, 2020.

Las Nano-burbujas son una tecnología emergente fundamentada en el desarrollo de burbujas ultra finas menores a $1\mu\text{m}$ que, debido a sus actuales aplicaciones en distintos campos de la industria hídrica, energética y del medioambiente, se ha incrementado su estudio en otras áreas como la salud y desarrollo de fármacos (Meegoda et al., 2018).

El pH es una medida del grado de alcalinidad o acidez de una sustancia concreta en la que se examina la concentración de iones de hidrógeno en una solución, en base a la unión de hidrógeno es un ion de hidrógeno positivo, es la "parte cargada positivamente" de hidrógeno. Normalmente medimos el pH en un intervalo del 1 al 14. Hay dos tipos de instrumentos que se utilizan comúnmente para medir el pH (NIH, 2022).

La turbidez es uno de los parámetros más importantes para monitorear la calidad del agua potable. Los sólidos dispersos y las partículas suspendidas en aguas turbias pueden actuar como portadores de contaminantes microbianos y también promover la adhesión de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y plaguicidas (Baños, 2018).

Los aceites y grasas presentan insolubilidad en el agua y solubilidad en solventes orgánicos tales como cloroformo o éter. En general, todos estos compuestos estaban caracterizados por una alta proporción de enlaces carbono-hidrógeno comparados con enlaces carbono-oxígeno o carbono-nitrógeno. Existieron dos fuentes principales de estas sustancias: los hidrocarburos del petróleo crudo y los lípidos de origen biológico. El primer tipo suele ocurrir en la industria de maquinaria y talleres de automóviles, mientras que el segundo tipo suele ocurrir en las industrias de alimentación y restauración (Microlab, 2020).

El DBO_5 (Demanda bioquímica de oxígeno del agua), es la cantidad de oxígeno consumida por microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias), hongos y plancton mediante la descomposición de la materia orgánica de la muestra. Se usa para medir los niveles de polución y se expresa

en mgO₂/l. El DBO₅ es un proceso biológico, por lo que es complicado y lleva mucho tiempo. Debido a que la descomposición depende de la temperatura, se llevó a cabo a 20°C durante 5 días utilizando un método estándar denominado DBO₅ (Ibáñez, 2017).

El DQO (Demanda química de oxígeno del agua). Es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar químicamente la materia orgánica y convertirla a CO₂ y H₂O. También se expresa en mgO₂/l. Mientras más grande sea la DQO, más contaminada estará el agua. Durante la prueba solo dura unas tres horas, por lo que puedes obtener resultados mucho más rápido que con una prueba de DBO₅. El DQO en aguas industriales puede oscilar entre 50 y 2000 mgO₂/l, aunque dependiendo del tipo de industria puede llegar hasta 5000 mgO₂/l (Ibáñez, 2017).

Los Coliformes totales con frecuencia son llamados "Organismos Indicadores" porque indican la presencia potencial de bacterias patógenas en el agua. La presencia de bacterias coliformes en el agua no garantiza que el agua potable pueda producir enfermedades más bien, su presencia indica un camino de contaminación entre la fuente de bacterias (aguas superficiales, tanques sépticos, desechos animales, fuente de agua, etc.) de esta manera, las bacterias patógenas pueden entrar en la red de suministro de agua (Swistock, 2023).

El Escherichia.Coli es un tipo de bacteria común en los intestinos de animales de sangre caliente y humanos. La mayoría de las variedades de E. coli no causa daño. Sin embargo, algunos de ellos, como E. coli, producen toxinas Shiga que pueden causar enfermedades alimenticias graves. Las bacterias se transmiten a los humanos principalmente a través del consumo de alimentos contaminados, como productos cárnicos crudos o poco cocidos, leche cruda, verduras y brotes crudos contaminados (OMS, 2018).

Las aguas residuales según su origen, se pueden clasificar en residuos de agua, domésticas (fecales y cloacales), industriales (comerciales e industriales) y

domésticas (agrícolas y ganaderas). Por otro lado, los residuos de agua domésticas son locales residenciales y comerciales y están compuestas de materiales orgánicos e inorgánicos en suspensión que pueden clasificarse como ordinarias (sólidos en suspensión, microorganismos patógenos, sólidos coloidales y materia orgánica carbonosa). Por otro lado, las aguas residuales industriales son todas aquellas que resultan de procesos industriales, especialmente durante la producción de bienes (Candela, 2016, p.10).

Los efectos de la exposición a las aguas residuales ocurren en el tracto gastrointestinal, lo que hace que estas aguas sean muy peligrosas, especialmente si ingresan a la superficie de la tierra, a las capas subyacentes del suelo o cuerpos de agua. Esto sucede cuando hay bacterias intestinales presentes, que pueden provocar enfermedades contagiadas por el agua como el cólera, la disentería y la fiebre tifoidea, hepatitis infecciosa, la polio y la presencia de microorganismos dañinos como la bilharzia y la disentería amebiana (Laguas, 2017).

Dicho a ello se plantea como **hipótesis general**: La Nano-burbuja de Ozono influye en la reducción de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas marinas contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024; y como **hipótesis específicas**: (1) Las características físicas de la Nano-burbuja de Ozono permite reducir las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024. (2) Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, antes y después, de las aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras son diferentes a partir de la aplicación de la Nano-burbuja de Ozono. (3) El tiempo de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de ozono para la reducción de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas marinas contaminadas por industria pesquera es la de 10 minutos.

II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación aplicada según lo planteado por Lifeder (2013), nos indica que es una forma sistemática de encontrar soluciones a problemas o cuestiones específicas que afectan y metodológica las personas y a la sociedad , donde se debe tener en claro el problema, a partir de ello generar los objetivos, a la par de tus hipótesis y continuando con el proceso se debe tener una amplia recopilación de datos tanto científicos para la solución y evidencias del problema , donde esto permitirá tener una base sólida para el desarrollo de la investigación.

El Diseño de investigación experimental según lo planteado por Muguira (2023) se basa en buscar la interacción entre la causa y efecto de dos variables una independiente y la otra dependiente. En donde se utiliza a la variable independiente cambiándola para ver su reacción en la variable dependiente y a partir de ello verificar sus cambios positivos o negativos que se puedan presentar en el proceso o al final, dado que la principal característica es aplicar el tratamiento y conocer los efectos de una intervención, tanto preventiva como correctiva. El enfoque cuantitativo según Hernández, Fernández y Baptista (2014: 4), se basa en el conocimiento, que debe ser objetivo, y resulta de un proceso deductivo en el que hipótesis previamente formuladas, a menudo relacionadas con las ciencias naturales y normativas, se prueban mediante la medicina numérica y el análisis estadístico secuencial.

En el estudio plantea las variables y operacionalización donde se identifica a la variable independiente: Nano-burbuja de Ozono que nos da a conocer como definición Conceptual ; la Nano-burbuja son una tecnología emergente fundamentada en el desarrollo de burbujas ultra finas menores a $1\mu\text{m}$ donde ingresaron en el tratamiento terciario, permitiendo la desinfección del agua y redujeron los contaminantes microbiológicos, fisicoquímicos para mejorar la calidad del agua ; continuando con el proceso avanza por el reactor biológico, en este paso el nivel de oxígeno es alto originando la oxidación biológica y esto se produce por la presencia del Ozono cuya reacción con la materia orgánica origina la biodegradabilidad y por último en la línea de fangos se agrega el

Ozono para la conversión de sustancias inertes en materia biodegradable y a la vez previene la aparición de espumas (Barlow, 2020). Como definición Operacional: La capacidad de las Nano- burbujas para reducir el nivel de contaminación de las aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras que serán en base al tiempo adecuado de aplicación y las características físicas de la Nano-burbujas de Ozono. Dicho a ello plantea las siguientes dimensiones e indicadores: Las características físicas Nano- burbujas de Ozono establece como indicadores el caudal (L), temperatura (°C), presión (Pa), velocidad (M3/h), tamaño (μm); Tiempo adecuado establece como indicador 10,20,30 minutos.

Se plantea la variable dependiente la reducción de la concentración en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras ; teniendo como definición conceptual: El agua residual que vierte las industrias pesqueras es toda agua que fue dañada su calidad por los procesos donde es considerada agua que no tiene valor ni nuevo uso, donde la calidad del agua son las condiciones en las que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas en su estado natural o después de ser alteradas. (Candela,2016). A la vez su definición Operacional: La determinación de la concentración inicial en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de la misma manera después de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono se verificará la reducción de las concentraciones donde de la misma manera después de la aplicación de Ozono volverá a pasar por un proceso de evaluación para verificar los cambios originados. Planteando como dimensión e indicadores lo siguiente: Concentración de parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos establece como indicadores la turbidez, aceites y grasas, DBO_5 ,pH,DQO, Coliformes Totales, *Esherichia coli*, como consiguiente la escala de Medición: Escala de razón (Por que los resultados serán en base a cada resultado de acuerdo a su parámetro teniendo en cuenta las medidas respectivas). En las cuales se encuentran en el sector cuantitativo numérico. Por ello se encuentra la matriz de variables de operacionalización (**Anexo 1**).

La población nos indica según Arias (2006) que es un conjunto compuesto de manera finita o infinita de elementos con características comunes cuyas conclusiones serán amplias si se limitan al problema y objetivos de la investigación. Dicho ello, la población se refiere al agua marina contaminadas por las industrias pesqueras, que en total tiene un volumen que vierte diario sus aguas residuales con un total de 3310 L (IMARPE, 1995).

Las muestras fueron tomadas en 3 puntos, permitiendo acopiar un total de 24 muestras a través de las cuales la cantidad por cada parámetro es la siguiente: De Turbidez 300 mL, Aceites y grasas 3L, DBO₅ 3L, pH 300 mL, DQO 300mL) y microbiológicos (Coliformes Totales 750 mL y Esherichia Coli 750 mL). Teniendo un total para el análisis inicial de 8 L y 4mL, para el tratamiento por cada punto de muestreo se trajo 15L de muestra en tres puntos teniendo 45L por ello la totalidad de muestra de agua es 53 L y 4mL. Dichos puntos fueron ubicados cada 100 metros, el primer punto es el área de bañistas, segundo punto es el área de la reserva nacional de Paracas y como tercer punto es el área de industrias de harina de pescado.

La técnica según Losada (2019), especifica que el método observacional se basa en la evaluación a base de la visualización verificando los cambios físicos de los individuos de la zona en un determinado periodo de tiempo para registrar los cambios mostrados.

El instrumento según Liefder (2020), indica que la ficha de análisis documental es una herramienta que recopila y organiza información relevante sobre fuentes investigadas permitiendo ordenar de forma consistente lo que consideres esencial de un libro, artículo de investigación. Dicho ello, el instrumento en el proyecto de investigación son las fichas de análisis documental **(Anexo 2)**.

En el procedimiento seguido en la presente investigación, se inició mediante el desarrollo de la primera etapa, la cual consistió en el diagnóstico y reconocimiento de la reserva de Paracas, realizándose un recorrido general por la orilla del mar con ayuda del Mapa de Google Earth. Además, se ubicaron los

tres puntos referenciales de los focos de contaminación, entre los cuales tenemos: Punto uno área de bañistas (AS1), segundo punto el área de reserva nacional de Paracas (AS2) y el tercer punto la sección de las industrias de harina de pescado a 100m de distancia de la tubería de desagüe (desembocadura a 3000 m mar a dentro) ubicada en la orilla (AS3); las muestras fueron tomadas a la orilla del mar (**Anexo 7**) ; posterior a ello como paso dos se efectúa la toma de muestra inicial en base al "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", previamente se tuvo en consideración contar con los EPP de campo necesario; como siguiente punto el análisis inicial y final de las muestras obtenidas se efectuaron en el laboratorio de la Universidad César Vallejo de los siguientes parámetros Físicoquímicos (Turbidez, Aceites y grasas, DBO₅, pH, DQO) y microbiológicos (Coliformes Totales y Esherichia.Coli). Posterior a ello se aplicó el tratamiento de Nano-burbuja de Ozono, para lo cual se utilizó tres tiempos de aplicación que fueron de 10, 20 y 30 minutos respectivamente y con un tamaño promedio de Nano-burbuja; posterior a ello, se realizaron los análisis de las muestras tratadas con Nano-burbujas para verificar la efectividad y como última etapa los análisis comparativos de los resultados antes y después de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono donde se tomó en consideración el ultimo monitoreo realizado por el ANA donde establece la Categoría 3: Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras .

En relación al método de análisis de datos, este se basa en el análisis descriptivo e Inferencial, de toda la información generada a través del proceso experimental ejecutado. Para ello, se recurrió al uso de la hoja de cálculo Excel y del software SPSS, a través de los cuales se evidenciaron los análisis mediante las tablas y figuras, que ayudaron al proceso de interpretación y generación de respuestas a los objetivos planteados. Por lo cual se utilizó el Google Earth con su avanzada tecnología de representación del mapa en 3D nos permitió trasladarnos por la zona y registrar los puntos de focos de contaminación. También se utilizó cámaras como el timestamp camera free, digital camera que nos permitió registrar fotografías con la ubicación de coordenadas, hora y fecha.

De acuerdo a los aspectos éticos la investigación se basó en el cumplimiento del código de ética de investigación establecido en la resolución de consejo universitario N° 0470-2022/UCV donde establece en el artículo N° 10, debe respetarse la originalidad de investigación respetando los derechos de autor. Para efecto a ello el artículo 11° donde ratifica que se sanciona a quienes cometan plagio atenten contra la ética de la investigación, dicho ello nuestro proyecto de investigación demuestra la similitud de información menor o igual de 20% y se consideró fuentes bibliográficas de páginas confiables sin alterar la información donde han sido citados de manera correcta respetando la información de cada autor.

III. RESULTADOS

En relación al **primer objetivo específico** : Determinar las características físicas de la Nano-burbuja de Ozono teniendo en consideración que el proceso tiene punto de partida con el ingreso del agua residual 15 L por cada parámetro, luego pasa por las tuberías con dirección al tanque de ingreso y salida de efluentes en base a ello el generador de Nano-burbuja y Ozono están en funcionamiento en base al tiempo de aplicación 10,20,30 minutos del cual se extrajeron 3 muestras (**Anexo 14**) , posterior a ello se efectuó por microscopia la determinación del diámetro en base al conteo de la cantidad de Nano-burbuja se proporcionó el promedio de Nano-burbujas de Ozono como se muestra en la (**Tabla 1**).

Tabla 1:Cantidad totalde Nano-burbuja de Ozono en base al diámetro.

Diámetro (µm)	Cantidad
0.64	193
0.36	471
0.04	665
0.16	1042

Tenemos para la cantidad de Nano-burbuja que más ha frecuentado en los tres tiempos de aplicación es 0.16 µm de tamaño se encontró 1042 Nano-burbujas, lo que nos llevó a demostrar la eficiencia de reducción con el diámetro de 0.16 µm de Nano- burbuja, tal como se muestras en la (**Figura 2**).

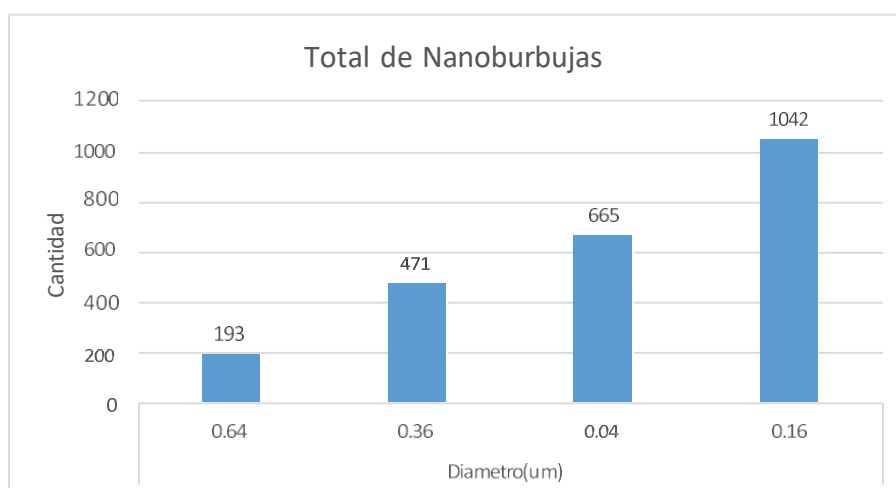


Figura 2:Cantidad de Nano-burbuja de Ozono.

Posterior a ello presentamos los siguientes parámetros de la Nano-burbuja de Ozono como es el caudal, temperatura, presión adecuada como muestra los resultados en la **(Tabla 2)**, en base a la ficha técnica el caudal es inversamente proporcional debido a que a menor altura de 11 metros tiene un flujo mayor de 80 L.

Tabla 2: Características del sistema de Nano-burbujas de Ozono.

Parámetros	Ingreso	Salida
Caudal	80 L	80 L
Temperatura	20°C	22°C
Presión	600000 Pa	600000 Pa
Velocidad	4.8 m ³ /h	4.8 m ³ /h

En relación al **segundo objetivo específico** determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono, nos permitió conocer los cambios registrados. Para ello presentamos los análisis a través de la estadística descriptiva, empezando con el parámetro de pH, que se muestran en la **(Tabla 3)**, y donde se aprecia que para el tiempo de 10 minutos se logró reducir el pH de su valor inicial para cada una de las muestras analizadas (pH_AS1=7.84), (pH_AS2=7.78), (pH_AS3=7.61). Además, para los tiempos de 20 y 30 minutos se registró un incrementó hasta alcanzar su valor inicial **(Figura 3)**; debido a ello podemos indicar que en el AS1,AS2,AS3 muestra un estado de pH básico ya que excede un valor mayor a 7.0 en sus niveles de concentración.

Tabla 3: Valores iniciales y finales del pH.

pH				
Muestras	Tiempo (min)			
	0	10	20	30
AS1	8.04	7.84	8.05	8.03
AS2	8.03	7.78	8.04	8.03
AS3	7.82	7.61	7.82	7.82

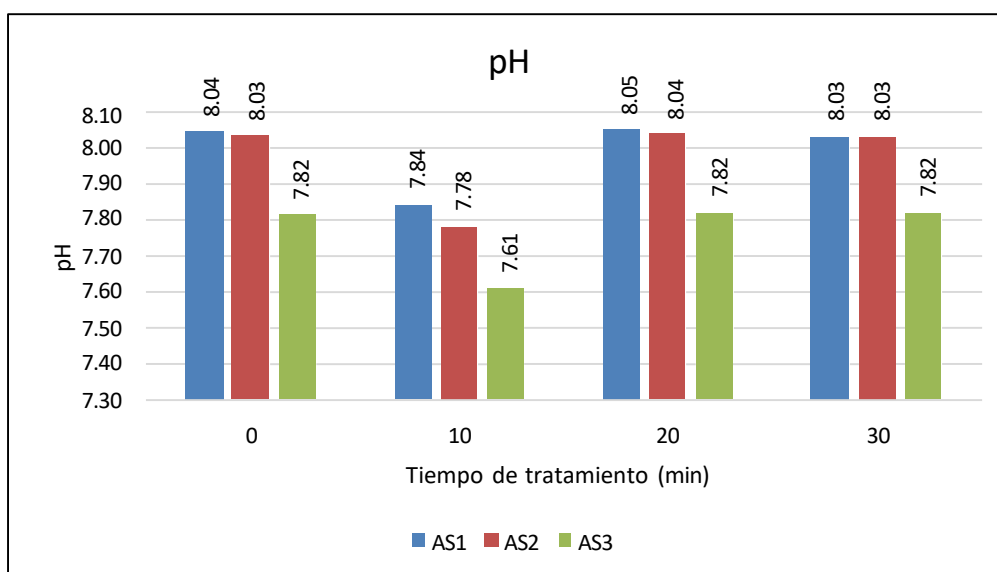


Figura 3: Medida del parámetro pH.

La concentración de aceites y grasas se analizaron los datos que se muestran en la **(Tabla 4)**, para los tiempos de 10, 20 y 30 minutos; donde se logró reducir el valor inicial a los 10 minutos (AyG_AS1=0.018 mg/L), (AyG_AS2=0.019 mg/L), (AyG_AS3=0.011 mg/L); para los 20 minutos (AyG_AS1=0.015 mg/L), (AyG_AS2=0.019 mg/L), (AyG_AS3=0.013 mg/L) y para los 30 minutos en el (AyG_AS1=0.015 mg/L), (AyG_AS2=0.018 mg/L), (AyG_AS3=0.013 mg/L). Además, se aprecia que el mejor tiempo de reducción se da en el AS1 y AS2 a los 30 minutos, y para el AS3 es a los 10 minutos, lo que se apreciar en la **(Figura 4)**.

Tabla 4: Concentraciones iniciales y finales de Aceites y Grasas

Aceites y Grasas (mg/L)				
Muestras	Tiempo (min)			
	0	10	20	30
AS1	0.39	0.018	0.015	0.015
AS2	0.42	0.019	0.019	0.018
AS3	0.45	0.011	0.013	0.013

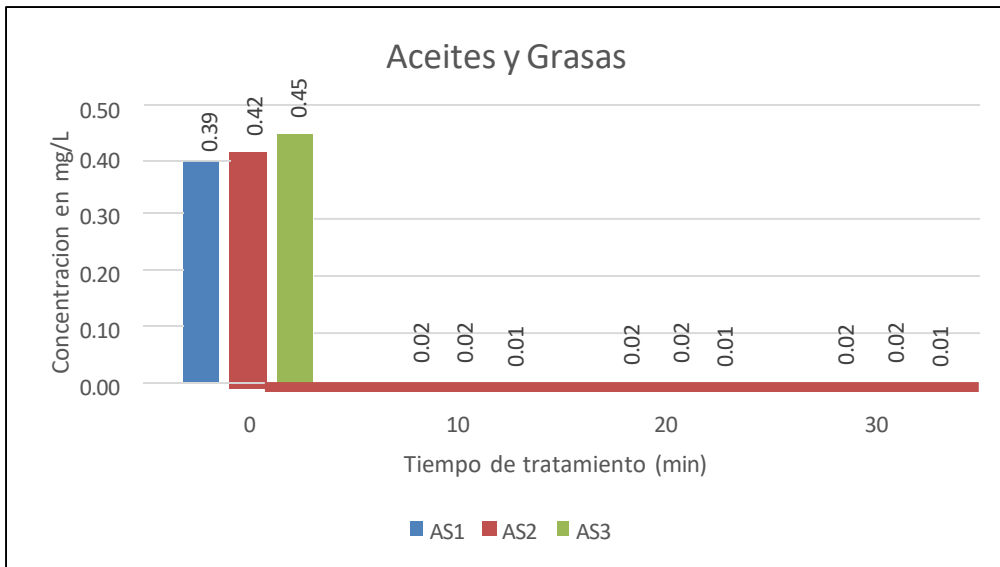


Figura 4: Medida de la concentración de aceites y grasas.

En base a los análisis desarrollados se logró identificar en la **(Tabla 5)** que en la muestra AyG _ AS1, AyG _ AS2 y AyG _ AS3 presentaron un cambio drástico de reducción de contaminantes en los primeros 10 min de un 95.4%, 95.5% y 97.6% respectivamente, continuando con los 20 min redujo en un 1% más adicional a lo ya mencionado y por último en los 30 min se mantuvo el porcentaje de reducción del tiempo anterior. entonces hay una relación inversamente proporcional demostrando que la línea de tendencia baja demostrados cambios significativos en la reducción de acuerdo a lo que se puede apreciar de manera esquemática en la **(Figura 5)**.

Tabla 5: Porcentaje de reducción de la concentración de aceites y grasas con relación al tiempo.

Aceites y Grasas (%)			
Muestras	Tiempo (min)		
	10	20	30
AS1	95.4	96.2	96.2
AS2	95.5	95.5	95.7
AS3	97.6	97.1	97.1

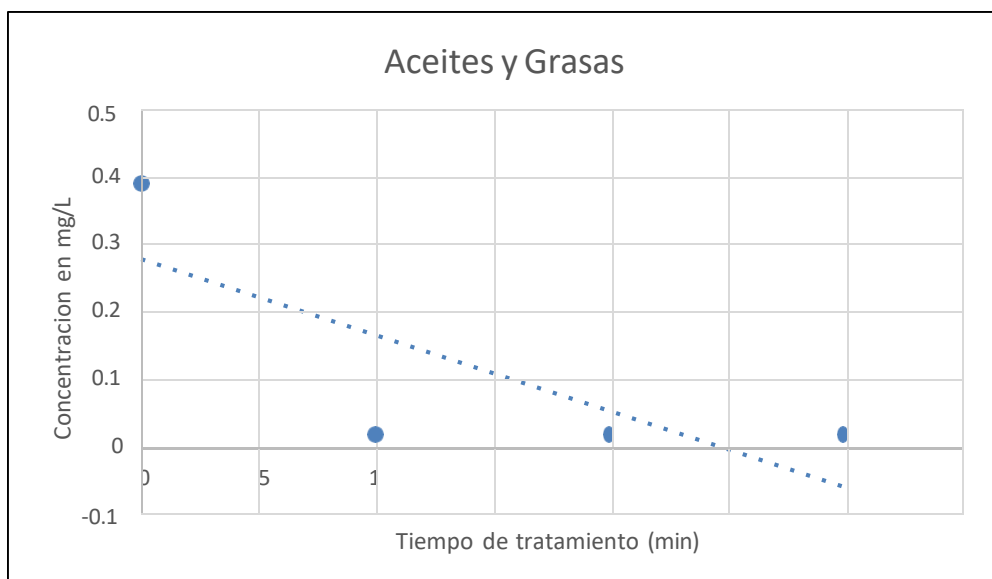


Figura 5: Reducción en la concentración de aceites y grasas

La concentración de la turbidez se analizaron los datos que se muestran en la **(Tabla 6)**, siendo para el tiempo de 10, 20 y 30 minutos se logró reducir la Turbidez de su valor inicial teniendo como resultante para 10 minutos en el (Turbidez_AS1=0.17 UNT), (Turbidez_AS2=0.08 UNT), (Turbidez_AS3=0.12 UNT); para 20 minutos en el (Turbidez_AS1=0.15 UNT), (Turbidez_AS2=0.08 UNT), (Turbidez_AS3=0.12 UNT); para 30 minutos en el (Turbidez_AS1=0.17 UNT), (Turbidez_AS2=0.07 UNT), (Turbidez_AS3=0.11 UNT). Además, se aprecia que el mejor tiempo de reducción se da en Turbidez_AS1, Turbidez_AS2 y Turbidez_AS3 que se da en 10 minutos **(Figura 6)**.

Tabla 6: Concentraciones iniciales y finales de Turbidez

Turbidez (UNT)				
Muestras	Tiempo (min)			
	0	10	20	30
AS1	22	0.17	0.15	0.17
AS2	24	0.08	0.08	0.07
AS3	45	0.12	0.12	0.11

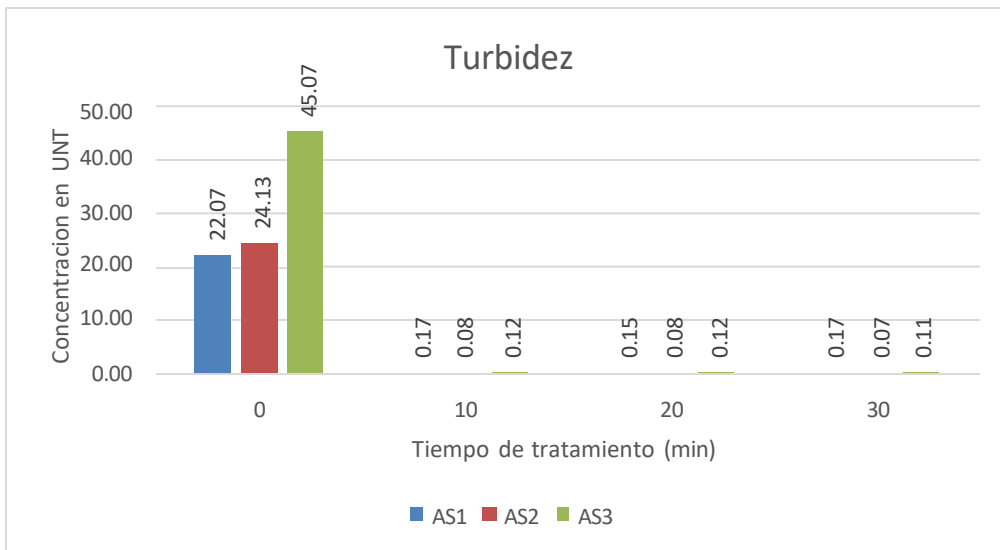


Figura 6: Medida del parámetro turbidez.

En base a los análisis desarrollados se logró identificar en la **(Tabla 7)** que en la muestra Turbidez_AS1, Turbidez_AS2 y Turbidez_AS3 presentaron un cambio drástico de reducción del parámetro turbidez en los 10 min de tratamiento su reducción cambio a un 99.2%, 99.7% y 99.7%; entonces hay una relación inversamente proporcional demostrando que la línea de tendencia baja ya que se presentan cambios significativos en la reducción de acuerdo a lo que se puede apreciar de manera esquemática en la **(Figura 7)**.

Tabla 7: Porcentaje de reducción de la concentración de la Turbidez con relación al tiempo.

Turbidez (%)			
Muestras	Tiempo (min)		
	10	20	30
AS1	99.2	99.3	99.2
AS2	99.7	99.7	99.7
AS3	99.7	99.7	99.8

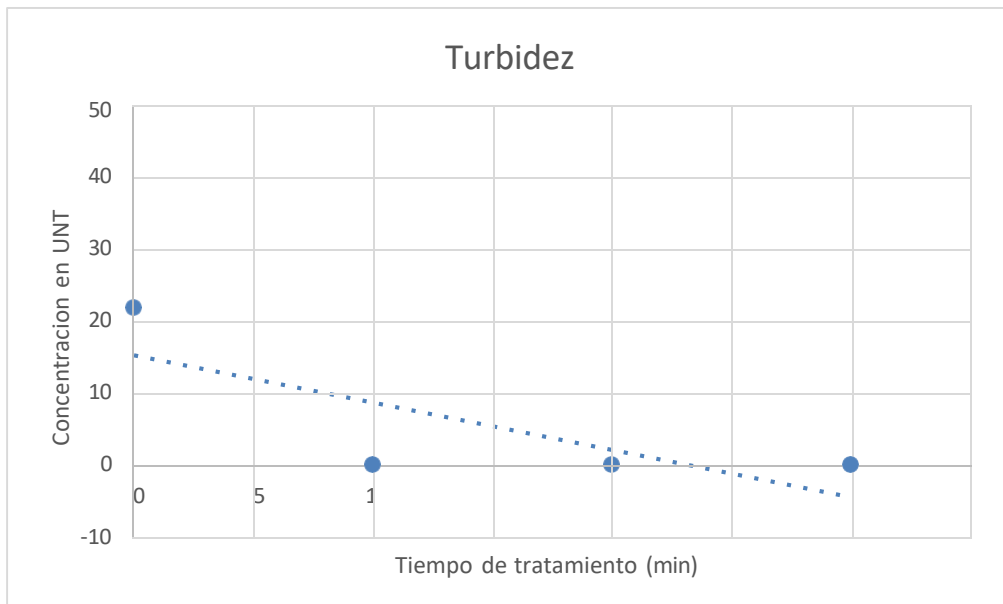


Figura 7: Reducción en la concentración de Turbidez

Para el parámetro DBO_5 se analizaron los datos que se muestran en la **(Tabla 8)**, siendo para el tiempo de 10, 20 y 30 minutos se logró reducir el DBO_5 de su valor inicial teniendo como resultante para 10 minutos en el ($DBO_5_AS1=1.25$ mg/L), ($DBO_5_AS2=1.18$ mg/L), ($DBO_5_AS3=1.11$ mg/L); para 20 minutos en el ($DBO_5_AS1=1.22$ mg/L), ($DBO_5_AS2=1.21$ mg/L), ($DBO_5_AS3=1.13$ mg/L); para 30 minutos en el ($DBO_5_AS1=1.23$ mg/L), ($DBO_5_AS2=1.18$ mg/L), ($DBO_5_AS3=1.11$ mg/L). Además, se aprecia que el mejor tiempo de reducción el AS1 es en 20 minutos en los cuales para el DBO_5_AS2 y DBO_5_AS3 es en 10 y 30 minutos, tal como se representa de manera esquematizada en la **(Figura 8)**.

Tabla 8: Concentraciones iniciales y finales de DBO_5 .

DBO_5 (mg/L)				
Muestras	Tiempo (min)			
	0	10	20	30
AS1	1.733333	1.25	1.22	1.23
AS2	1.78	1.18	1.21	1.18
AS3	1.876667	1.11	1.13	1.11

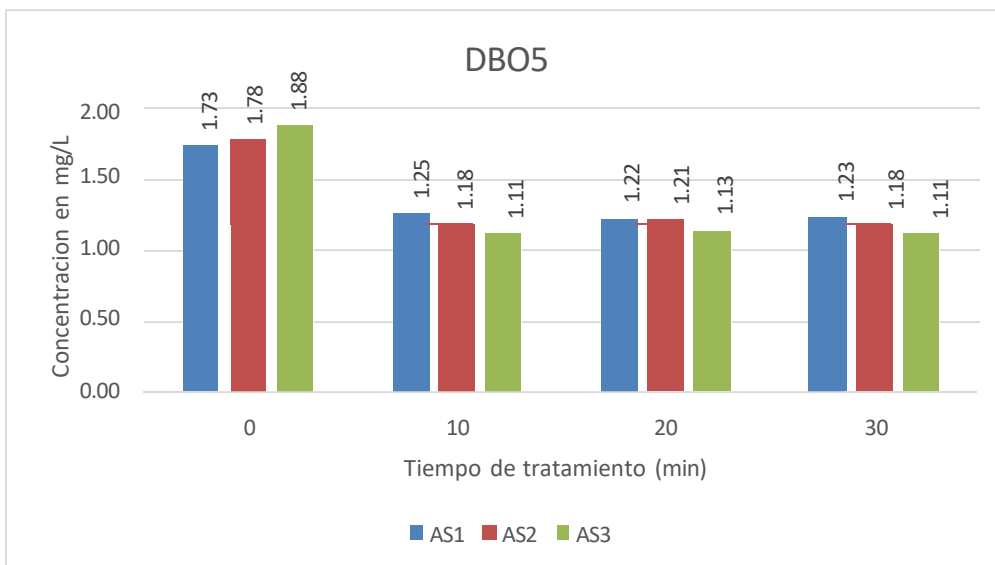


Figura 8: Medida del parámetro DBO₅.

En base a los análisis desarrollados se logró identificar en la **(Tabla 9)** que en la muestra DBO₅_AS1, DBO₅_AS2 y DBO₅_AS3 presentaron un cambio drástico de reducción del parámetro DBO₅ en los primeros 10 min de un 15%, 60% y 40% respectivamente, continuando con los 20 min redujo en un 25% en la muestra AS1, mientras que en el DBO₅_AS2 y DBO₅_AS3 mantuvo su reducción inicial, así mismo en los 30 min de tratamiento su reducción cambio a un 15%, 65% y 45%; entonces hay una relación inversamente proporcional demostrando que la tendencia baja ya que se presentan cambios significativos en la reducción de acuerdo a lo que se puede apreciar de manera esquemática en la **(Figura 9)**.

Tabla 9: Porcentaje de reducción de la concentración del DBO₅ con relación al tiempo.

DBO ₅ (%)			
Muestras	Tiempo (min)		
	10	20	30
AS1	27.9	29.6	29.0
AS2	33.7	32.0	33.7
AS3	40.9	39.8	40.9

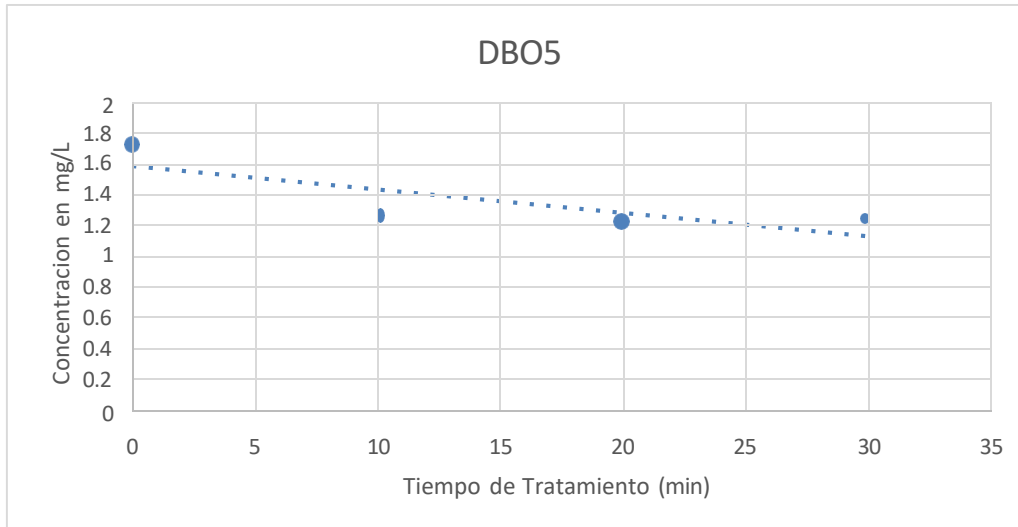


Figura 9: Reducción en la concentración de DBO5.

Para el parámetro DQO se analizaron los datos que se muestran en la **(Tabla 10)**, siendo para el tiempo de 10, 20 y 30 minutos se logró reducir el DQO de su valor inicial teniendo como resultante para 10 minutos en el (DQO_AS1=3.24 mg/L), (DQO_AS2=3.16 mg/L), (DQO_AS3=2.58 mg/L); para 20 minutos en el (DQO_AS1=3.26 mg/L), (DQO_AS2=3.14 mg/L), (DQO_AS3=2.57 mg/L); para 30 minutos en el (DQO_AS1=3.21 mg/L), (DQO_AS2=3.18 mg/L), (DQO_AS3=2.55 mg/L). Además, se aprecia que el mejor tiempo de reducción el DQO_AS1 y DQO_AS3 es en 30 minutos en los cuales para el DQO_AS2 es en 20 minutos. Esto no lleva a inferir que existe una relación inversamente proporcional entre los tiempos de aplicación de la Nano-burbuja de Ozono con el parámetro DQO, tal como se representa de manera esquematizada en la **(Figura 10)**.

Tabla 10: Concentraciones iniciales y finales de DQO.

DQO (mg/L)				
Muestras	Tiempo (min)			
	0	10	20	30
AS1	8.156667	3.24	3.26	3.21
AS2	8.21	3.16	3.14	3.18
AS3	8.836667	2.58	2.57	2.55

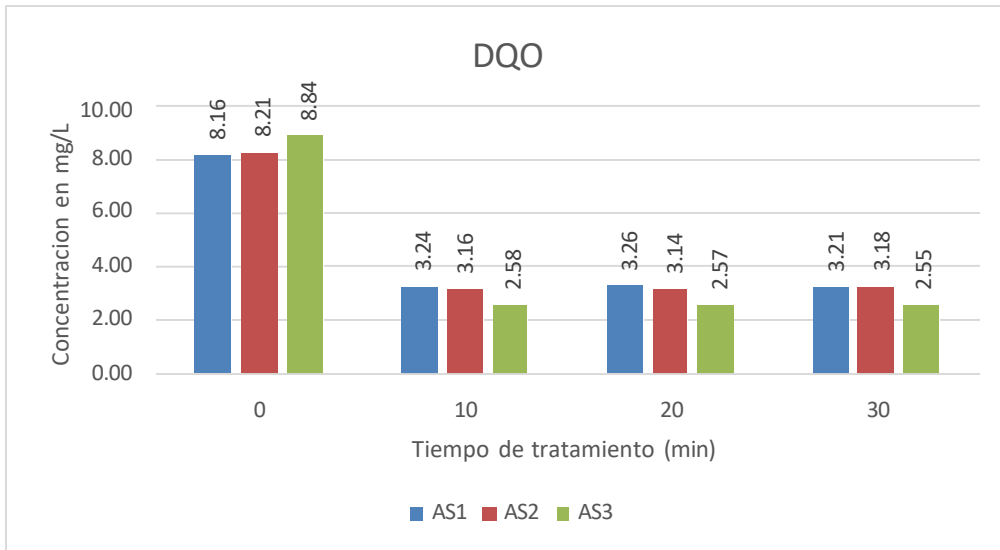


Figura 10: Medida del parámetro DQO.

En base a los análisis desarrollados se logró identificar en la **(Tabla 11)** que en la muestra DQO_AS1, DQO_AS2 y DQO_AS3 presentaron un cambio drástico de reducción del parámetro DQO en los primeros 10 min de un 60%, 61.5% y 70.8% respectivamente, continuando con los 20 min DQO_AS1, DQO_AS2 y DQO_AS3 mantuvo su reducción inicial sin variar, así mismo en los 30 min de tratamiento su reducción cambio a un 60.6%, 61.3% y 71.1%; entonces hay una relación inversamente proporcional demostrando que la línea de tendencia baja ya que se presentan cambios significativos en la reducción de acuerdo a lo que se puede apreciar de manera esquemática en la **(Figura 11)**.

Tabla 11: Porcentaje de reducción de la concentración del DQO con relación al tiempo.

DQO (%)			
Muestras	Tiempo (min)		
	10	20	30
AS1	60.3	60.0	60.6
AS2	61.5	61.8	61.3
AS3	70.8	70.9	71.1

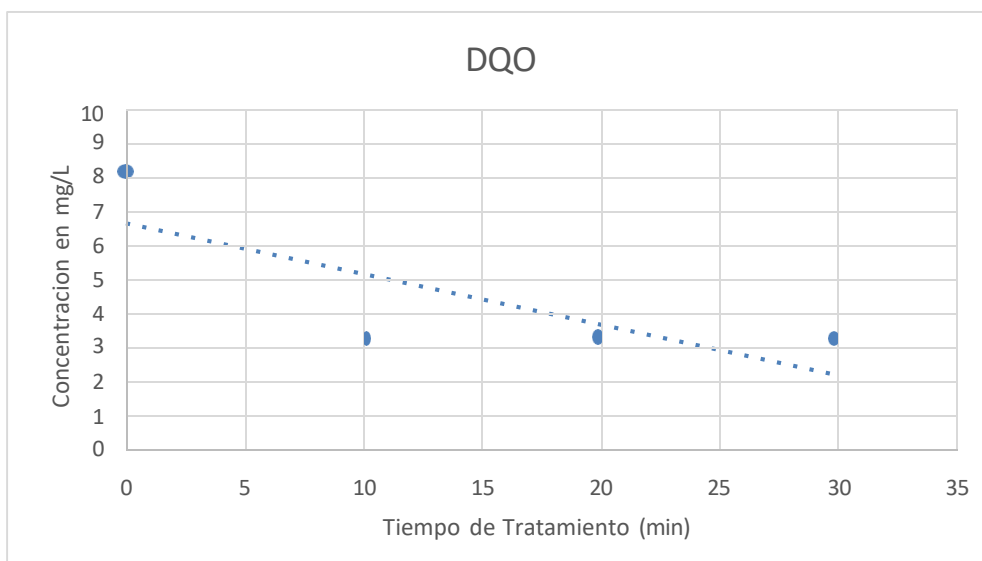


Figura 11: Reducción en la concentración de DQO.

En la concentración de coliformes totales, se analizaron los datos que se muestran en la **(Tabla 12)**, siendo para el tiempo de 10, 20 y 30 minutos se logró reducir los coliformes totales de su valor inicial teniendo como resultante para 10 minutos en el (Coli. Totales_AS1=1.87 NMP/100ml), (Coli. Totales_AS2=1.85 NMP/100ml), (Coli. Totales_AS3=1.83 NMP/100ml); para 20 minutos en el (Coli. Totales_AS1=1.85 NMP/100ml), (Coli. Totales_AS2=1.85 NMP/100ml), (Coli. Totales_AS3=1.83 NMP/100ml); para 30 minutos en el (Coli. Totales_AS1=1.87 NMP/100ml), (Coli. Totales_AS2=1.86 NMP/100ml), (Coli. Totales_AS3=1.82 NMP/100ml). Además, se aprecia que el mejor tiempo de reducción el Coli. Totales_AS1 y Coli. Totales_AS2 es en 20 minutos en los cuales para el Coli. Totales_AS3 es en 30 minutos **(Figura 12)**.

Tabla 12: Concentraciones iniciales y finales de coliformes totales.

COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)				
Muestras	Tiempo (min)			
	0	10	20	30
AS1	2.14	1.87	1.85	1.87
AS2	2.2	1.85	1.85	1.86
AS3	2.16	1.83	1.83	1.82

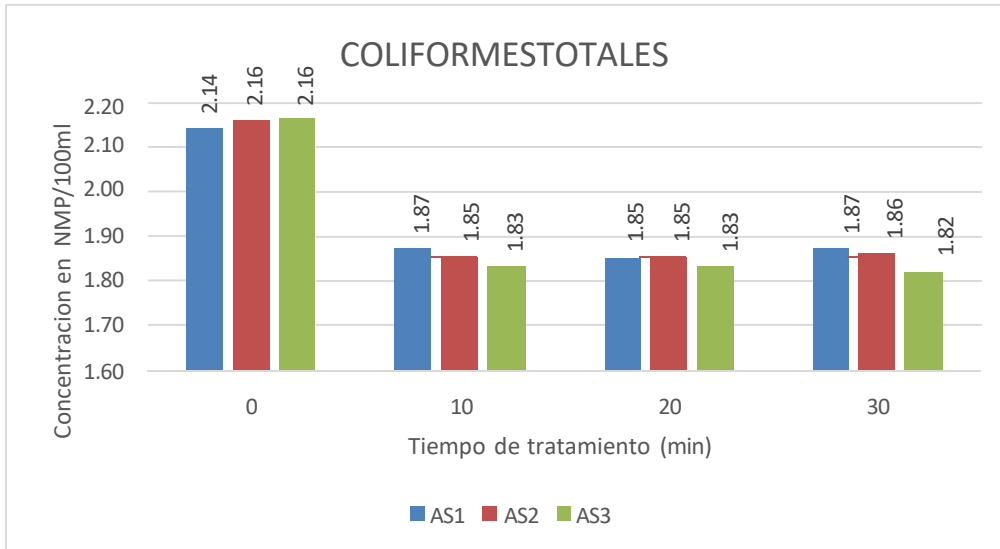


Figura 12: Medida del parámetro Coliforme Totales.

En base a los análisis desarrollados se logró identificar en la (**Tabla 13**) en la muestra Coli. Totales_AS1, Coli. Totales_AS2 y Coli. Totales_AS3 presentaron un cambio drástico de reducción del parámetro coliformes totales en los primeros 10 min de un 12.6%, 15.9% y 15.3% respectivamente, continuando con los 20 min y 30 min las muestras mantuvieron su reducción inicial sin variar entonces hay una relación inversamente proporcional demostrando que la línea de tendencia baja ya que se presentan cambios significativos en la reducción de acuerdo a lo que se puede apreciar de manera esquemática en la (**Figura 13**).

Tabla 13 : Porcentaje de reducción de la concentración de Coliformes totales con relación al tiempo.

COLIFORMES TOTALES (%)			
Muestras	Tiempo (min)		
	10	20	30
AS1	12.6	13.6	12.6
AS2	15.9	15.9	15.5
AS3	15.3	15.3	15.7

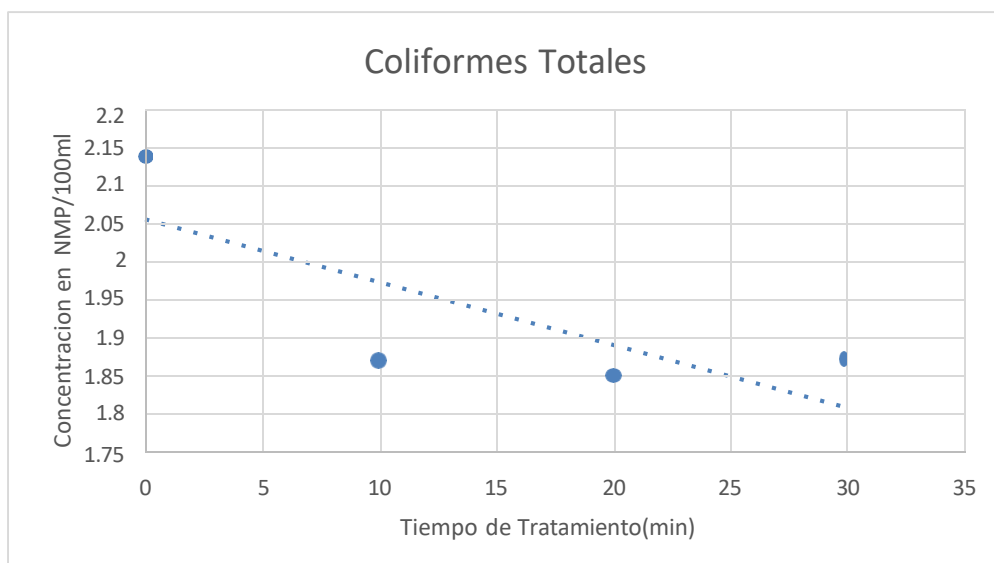


Figura 13: Reducción en la concentración de coliformes totales.

Para el parámetro *Escheriachia Coli* se analizaron los datos que se muestran en la **(Tabla 14)**, siendo para el tiempo de 10, 20 y 30 minutos se logró reducir la *Escheriachia Coli* de su valor inicial teniendo como resultante para 10 minutos en el (E. coli_AS1=0.17 NMP/100ml), (E. coli_AS2=0.17 NMP/100ml), (E. coli_AS3=0.11 NMP/100ml); para 20 minutos en el (E. coli_AS1=0.21 NMP/100ml), (E. coli_AS2=0.15 NMP/100ml), (E. coli_AS3=0.13 NMP/100ml); para 30 minutos en el (E. coli_AS1=0.18 NMP/100ml), (E. coli_AS2=0.17 NMP/100ml), (E. coli_AS3=0.11 NMP/100ml). Además, se aprecia que el mejor tiempo de reducción el E. coli_AS1 y E. coli_AS3 es en 10 minutos en los cuales para el E. coli_AS2 es en 20 minutos. tal como se aprecia en la **(Figura 14)**.

Tabla 14: Concentraciones iniciales y finales de *Escheriachia Coli*.

<i>Escheriachia Coli</i>(NMP/100ml)				
Muestras	Tiempo(min)			
	0	10	20	30
AS1	1.11	0.17	0.21	0.18
AS2	1.11	0.17	0.15	0.17
AS3	1.13	0.11	0.13	0.11

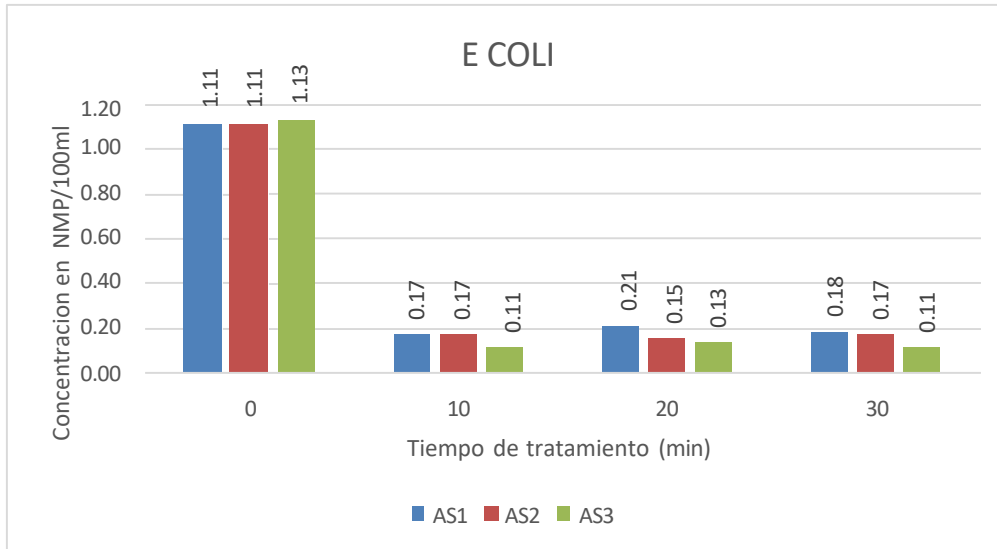


Figura 14: Medida del parámetro Escheriachia Coli.

En base a los análisis desarrollados se logró identificar en la **(Tabla 15)** que en la muestra E. coli_AS1, E. coli_AS2 y E. coli_AS3 presentaron un cambio drástico de reducción del parámetro *Escheriachia Coli* en los primeros 10 min de un 84.7%, 84.7% y 90.3%, mientras que los 20 min paso a 81.1%, 86.5% y 88.5% respectivamente, y en los 30 min las muestras mantuvieron su reducción inicial sin variar entonces hay una relación inversamente proporcional demostrando que la línea de tendencia baja ya que se presentan cambios significativos en la reducción de acuerdo a lo que se puede apreciar de manera esquemática en la **(Figura 15)**.

Tabla 15: Porcentaje de reducción de la concentración de Escheriachia Coli con relación al tiempo.

<i>Escheriachia Coli (%)</i>			
Muestras	Tiempo (min)		
	10	20	30
AS1	84.7	81.1	83.8
AS2	84.7	86.5	84.7
AS3	90.3	88.5	90.3

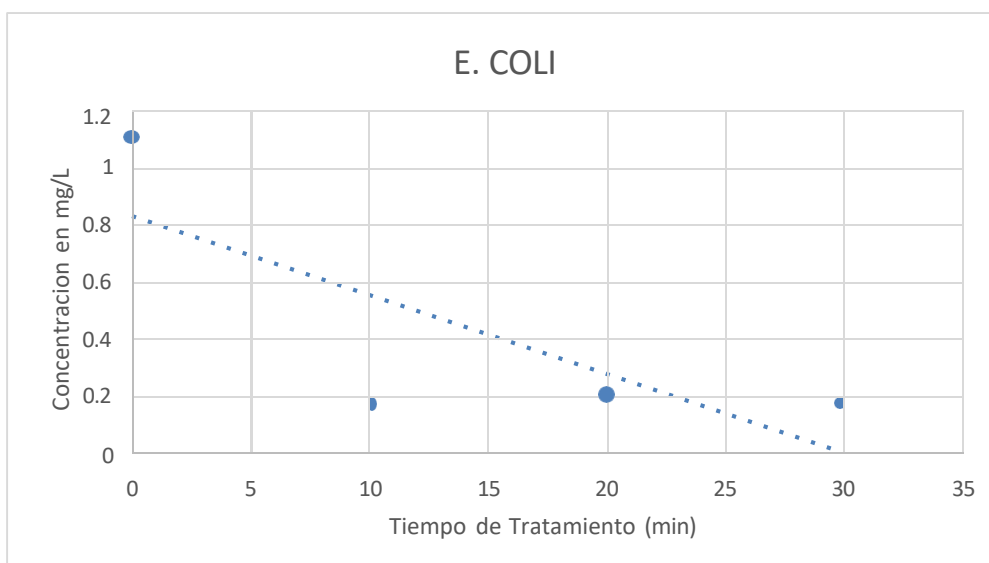


Figura 15: Reducción en el parámetro de Escheriachia coli.

En relación al **tercer objetivo específico** Determinar el tiempo adecuado de reducción de las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas marinas de las industrias pesqueras de acuerdo al mayor porcentaje de reducción , se presentaron mayor reducción en los primeros 10 min presentando así en Aceites y grasas una reducción del 96.17%, DQO una reducción de 64.20%, DBO5 una reducción del 34.17% ,*Escheriachia coli* una reducción entre 86.57% y coliformes totales una reducción del 14.60%; mientras que en Turbidez presento una mayor reducción trascurrido los 10min ; de acuerdo a lo que se puede apreciar en la (Tabla 16 y 17) y el porcentaje de reducción como se muestra en la (Figura 16).

Tabla 16: Porcentaje de reducción en relación al tiempo.

Muestras	Tiempo (min)	AyG (%)	Turbidez (%)	DBO5 (%)	DQO (%)	Coli. Totales (%)	E. coli (%)
AS1	10	95.4	99.2	27.9	60.3	12.6	84.7
	20	96.2	99.3	29.6	60.0	13.6	81.1
	30	96.2	99.2	29.0	60.6	12.6	83.8

AS2	10	95.5	99.7	33.7	61.5	15.9	84.7
	20	95.5	99.7	32.0	61.8	15.9	86.5
	30	95.7	99.7	33.7	61.3	15.5	84.7
AS3	10	97.6	99.2	40.9	70.8	15.3	90.3
	20	97.1	99.7	39.8	70.9	15.3	88.5
	30	97.1	99.8	40.9	71.1	15.7	90.3

Tabla 17: Promedio del porcentaje de reducción de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Tiempo (min)	AyG (%)	Turbidez (%)	DBO5 (%)	DQO (%)	Coli. Totales (%)	E. coli (%)
10	96.17	99.2	34.17	64.20	14.60	86.57
20	96.27	99.7	33.80	64.23	14.93	85.37
30	96.33	99.8	34.53	64.33	14.60	86.27

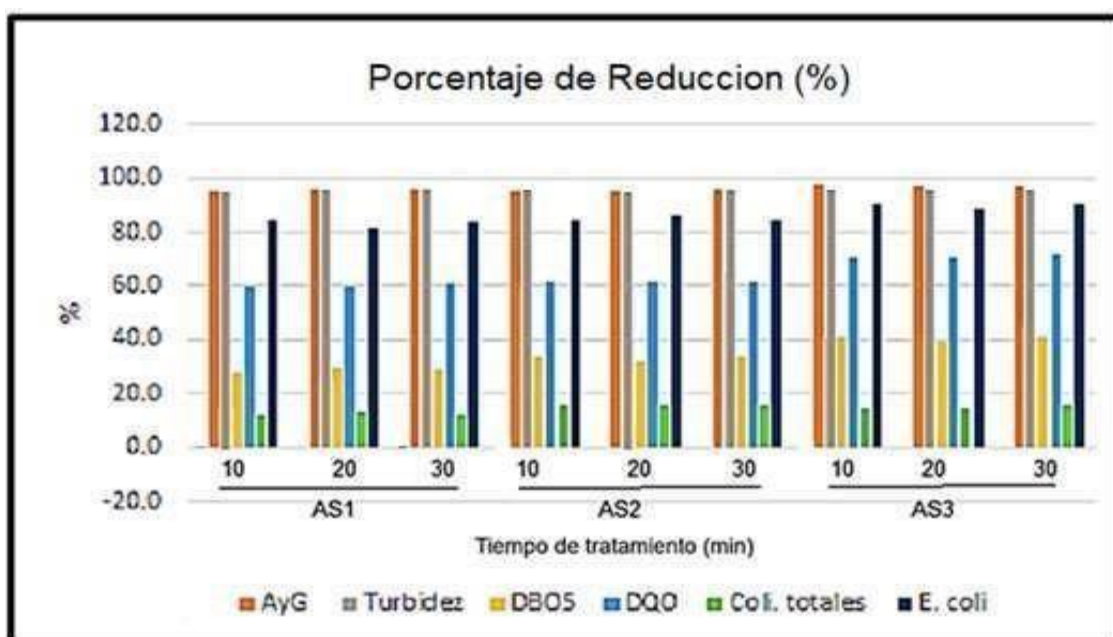


Figura 16: Porcentaje de reducción en relación al tiempo.

En relación al Objetivo general Evaluar la influencia de la Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024, se tiene como resultado que de acuerdo a lo demostrado en los resultados de los objetivos específicos las características de la Nano-burbujas y el tiempo de 10 min aplicación de estas permiten la adecuada reducción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos superando el 40% de reducción de sus niveles de concentración .

Posterior a ello tenemos la estadística inferencial ; De acuerdo al objetivo específico 1 : Determinar las características físicas de la aplicación de Nano- burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industria pesquera en Paracas 2024 , se recurrió al análisis inferencial, como primer punto se determinó la fiabilidad de los datos generados durante la fase experimental, en los parámetros fisicoquímicos cuyo valor final fue de 0.865, lo que indica la representatividad y confiabilidad de la base de datos generadas, tal como se detalla en la **(Tabla 18)**.

Tabla 18: Fiabilidad del Tamaño de la Nanoburbujas de Ozono.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0.865	4

Con el fin de conocer si los datos se ajustan a una distribución normal, se aplicó la prueba de normalidad de datos, para lo cual se plateo las hipótesis Sigüientes:

- ❖ Ho: Los datos se ajustan a una distribución normal
- ❖ Ha: Los datos no se ajustan a una distribución normal

Criterio de decisión:

Sig > 0.05, se acepta la Ho y se rechaza la Ha

Sig < 0.05, Se acepta la HA y se rechaza la Ho

En la **(Tabla 19)**, se muestra los valores finales para los “Sig”, en relación a los métodos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, siendo este último el seleccionado en función al número de datos generados en la investigación, lo que permite identificar que los “Sig”. son mayores al “p valor” ($p = 0.05$), con lo cual se define que los datos se ajustan a una distribución normal. Se acepta la Ho y se rechaza la Ha.

Tabla 19: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cantidad 0.64	0.253	3		0.964	3	0.637
Cantidad 0.36	0.249	3		0.968	3	0.656
Cantidad 0.16	0.303	3		0.908	3	0.413
Cantidad 0.04	0.191	3		0.997	3	0.900

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo a la **(Tabla 19)** de normalidad se logró interpretar que el sig bilateral de las muestras de cantidad 0.64, 0.36, 0.16 y 0.04 μm es de 0.637, 0.656, 0.413 y 0.900 siendo mayor a 0.05, es por ello que se acepta la hipótesis nula que da conocer que los datos presentan una distribución normal y se procede a realizar la prueba de t-student.

Tabla 20: Prueba de T-student de los diámetros de la Nano-burbujas de Ozono.

	Diferencias emparejadas					Significación
	Media	Desv. estándar	Media de error estándar	t	gl	P de dos factores
Diámetro 0.64 Cantidad 0.64	-63.6933	7.63763	4.40959	-14.444	2	0.005
Diámetro 0.36 Cantidad 0.36	- 156.6400	19.31321	11.15049	-14.048	2	0.005
Diámetro 0.04 Cantidad 0.04	- 221.6266	27.53785	15.89899	-13.940	2	0.005
Diámetro 0.16 Cantidad 0.16	- 347.1733	41.96824	24.23038	-14.328	2	0.005

De acuerdo a la **(Tabla 20)**, se puede visualizar que el sig bilateral de muestras del diámetro y cantidad de estas es de 0.005 siendo menor a 0.05 se acepta la hipótesis alterna que determina que existe una diferencia significativa entre el tamaño de la Nano-burbuja y la cantidad.

En relación a la contratación de la hipótesis estadística para dar respuesta al objetivo específico 2 ; determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación del tratamiento de Nano- burbuja de Ozono en aguas marinas contaminadas por industrias pesquera en Paracas 2024, se recurrió al análisis inferencial, como primera acción se determinó la fiabilidad de los datos generados durante la fase experimental, en los parámetros fisicoquímicos cuyo valor final fue de 0.999, lo que indica la representatividad y confiabilidad de la base de datos generadas, tal como se detalla en la **(Tabla 21)**.

Tabla 21: Fiabilidad de los parámetros fisicoquímico y microbiológico.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0.999	3

Con el fin de conocer si los datos se ajustan a una distribución normal, se aplicó la prueba de normalidad de datos, para lo cual se planteó las hipótesis siguientes:

- ❖ **Ho:** Los datos se ajustan a una distribución normal
- ❖ **Ha:** Los datos no se ajustan a una distribución normal

Criterio de decisión:

Sig > 0.05, se acepta la Ho y se rechaza la Ha

Sig < 0.05, Se acepta la HA y se rechaza la Ho

En la (Tabla 22), se muestra los valores finales para los “Sig”, en relación a los métodos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, siendo este último el seleccionado en función al número de datos generados en la investigación, lo que permite identificar que los “Sig”. son mayores al “p valor” (p = 0.05), con lo cual se define que los datos se ajustan a una distribución normal. Se acepta la Ho y se rechaza la Ha.

Tabla 22: Pruebas de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra inicial	,307	21	,000	,654	21	,000
Tratamiento 10 min	,235	21	,004	,733	21	,000
Tratamiento 20 min	,243	21	,002	,725	21	,000
Tratamiento 30 min	,239	21	,003	,725	21	,000

De acuerdo a la **(Tabla 22)** de normalidad se logró interpretar que el sig bilateral de la muestra inicial y las muestras de los tratamientos en 10,20 y 30 min es de 0 siendo menor a 0.05, es por ello que se acepta la hipótesis alterna que da conocer que los datos no presentan una distribución normal; de acuerdo a estos resultados se procede a realizar la prueba de Wilcoxon.

- ❖ **Ho:** No Indica una diferencia entre la concentración antes y después en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del tratamiento con Nano-burbujas de Ozono.
- ❖ **Ha:** Indica una diferencia entre la concentración antes y después en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del tratamiento con Nano-burbujas de Ozono.

Criterio de decisión:

Sig > 0.05, se acepta la Ho y se rechaza la Ha.

Sig < 0.05, se acepta la HA y se rechaza la Ho.

Tabla 23: Prueba Wilcoxon

Estadísticos de prueba^a			
	Tratamiento 10 min - Muestra inicial	Tratamiento 20 min - Muestra inicial	Tratamiento 30 min - Muestra inicial
Z	-4,015 ^b	-3,808 ^b	-3,883 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,000	,000	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos positivos.			

De acuerdo a la **(Tabla 23)** de la prueba de Wilcoxon se puede determinar que el sig-bilateral es de 0 que indica una diferencia entre la concentración antes y después de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del tratamiento con Nano-burbujas de Ozono a la vez de acuerdo a los rangos de signos se puede determinar que si presento una reducción de los parámetros en el tiempo de tratamiento de 10,20 y 30 min. Siendo que se basa en un rango positivo “c”.

Para dar respuesta al Objetivo específico 3; determinar el tiempo adecuado para

la reducción de las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante Nano-burbuja de Ozono en aguas marinas contaminadas por industrias pesquera en Paracas 2024. Se realiza la prueba de Wilcoxon con los mismos datos de la prueba de normalidad de la (Tabla 19) y se plantea diferentes hipótesis de la siguiente manera:

- ❖ **Ho:** No Indica una diferencia significativa entre el tiempo de tratamiento con Nano-burbujas de Ozono y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.
- ❖ **Ha:** Indica una diferencia entre el tiempo de tratamiento con Nano-burbujas de Ozono y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Criterio de decisión:

Sig > 0.05, se acepta la Ho y se rechaza la Ha.

Sig < 0.05, se acepta la HA y se rechaza la Ho.

Tabla 24: Prueba de Wilcoxon entre el tiempo de tratamiento y la muestra inicial

Estadísticos de prueba ^a			
	10 min – Muestra inicial	20 min – Muestra inicial	30 min – Muestra inicial
Z	-4,015 ^b	-3,808 ^b	-3,883 ^b
Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon			
b. Se basa en rangos positivos.			

Tabla 25: Rangos de la prueba de Wilcoxon entre el tiempo de tratamiento y la muestra inicial.

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
10 min - Muestra inicial	Rangos negativos	21 ^a	11,00	231,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	21		
20 min - Muestra inicial	Rangos negativos	18 ^d	11,50	207,00
	Rangos positivos	2 ^e	1,50	3,00
	Empates	1 ^f		
	Total	21		
30 min - Muestra inicial	Rangos negativos	19 ^g	11,00	209,00
	Rangos positivos	1 ^h	1,00	1,00
	Empates	1 ⁱ		
	Total	21		
a. 10min < Muestra inicial		f. 20min = Muestra inicial		
b. 10min > Muestra inicial		g. 30min < Muestra inicial		
c. 10min = Muestra inicial		h. 30min > Muestra inicial		
d. 20min < Muestra inicial		i. 30min = Muestra inicial		
e. 20min > Muestra inicial				

De acuerdo a la (Tabla 24) de la prueba de Wilcoxon se puede determinar que el sig-bilateral es de 0 que Indica una diferencia entre el tiempo de tratamiento en la Nano-burbujas de Ozono y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; a la vez de acuerdo a los rangos de signos de la (Tabla 25) se puede determinar que si presento una mayor reducción de concentración en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tiempo de tratamiento de 10 minutos debido que al “10min < Muestra inicial”, el tiempo de 20 y 30 min presento reducción sin embargo la diferencia es mínima entre el tiempo de 10 min.

IV. DISCUSIÓN

En relación a las características físicas de la Nano-burbuja de Ozono, se determinó que el diámetro más adecuado fue de 0.16 μm , lo que permito una cantidad de ozono de 500mg/L, reduciendo las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y a la vez aplicando en tres tiempos 10,20,30 minutos. Valores que son similares a los generados por **Ramírez (2019)** demostró que por 500 ml de solución de O₃ y una onda con longitud 254 nm y el tiempo de aplicación desde 10 min ya hubo reducción y previo al ingreso del líquido donde como resultados después de haber aplicado 120 min se redujo al 74% los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en tan poco tiempo estimaron una buena reacción alternativa, a la vez es viable económicamente , como consiguiente tenemos a **Leiva (2018)** mediante la aplicación de ozono para la reducción de materia orgánica durante 5 días el flujo de aire de 2 dm³/min, densidad de O₃ a 9.50 mg/dm³ en el tiempo de reacción se selecciona de 10 a 60 minutos donde para cada tiempo de tratamiento de ozono el reactor se operó con 5 dm³ en tres repeticiones y nos muestran que el nivel de oxidación es satisfactorio, eliminando alrededor del 90% después de 50 minutos de reacción teniendo un polinomio de segundo orden con un coeficiente de correlación superior a 0.97 , lo cual también tenemos a **Hernández (2019)** en su investigación de efectos micro y nano burbujas en tratamientos de aguas residuales domésticas se adaptó 3 muestras de agua de 25 litros en el tiempo de dos minutos entre aplicación (el proceso se repitió cada 4 horas durante 10 días), lo que resultó en la desinfección del agua contaminada. reflejado en la minimización de un 75% de la totalidad de parámetros como: DQO, nitrito, nitrato, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, conductividad saturación de oxígeno, sólidos precipitables y pH, el control o La muestra en blanco reduce su concentración de carga orgánica en un 8%.

Por lo cual en base a la reducción de concentración en los **parámetros fisicoquímicos** se determinó para el pH el mejor tiempo de eficiencia es 10 minutos donde en el AS2 registro un descenso en el pH de 3.1%, mientras que las AS2 alcanzo 2.7% y la AS1 2.5%; posterior a ello tenemos al parámetro Aceites y grasas en los primeros 10 min de un AS1 en 95.4%, AS2 en 95.5% y AS3 en 97.6% ;como siguiente la turbidez para el punto AS1,AS2 y AS3 tuvo como mejor tiempo 10 minutos con un porcentaje del 99% de reducción, como consiguiente el DBO5 para el punto AS1 tuvo como mejor tiempo 20 minutos con un porcentaje del 25% de reducción, para el AS2 Y AS3 el mejor tiempo es 30 min de tratamiento su reducción cambio a un 65% y 45% ; como siguiente el DQO para el punto AS2 tuvo como mejor tiempo 10 minutos con un porcentaje del 61.5% de reducción, para el AS1 Y AS3 el mejor tiempo es 30 min de tratamiento su reducción cambio a un 60.6% y 71.1% ; lo cual presenta concordancia con la investigación de **Pereyra (Br.2022, p.5)** que al aplicar el sistema de ozono disminuyo los parámetros físico-químicos, en un 78% después de 40 minutos y en un 100% después de 80 minutos por ello muestra nivel de reducción de los parámetros indicando que tiene beneficios ambientales ya que no se utilizan ni generan productos químicos, es práctico y fácil de implementarse e incluso ofreció eficiencia energética en la reducción de ciertas impurezas, clarificación de agua y homogeneización de sólidos ; procesos muy similar a los consiguientes por **Thanh et al.(2022)** aplicaron el tratamiento de ozono en 4 PTARS de aguas residuales urbanas austriacas donde el principal objetivo era disminuir los niveles de DBO₅ y microorganismos, una vez realizado el proceso de aplicación de 0.45 g O₃/g de la ozonización durante 5 días se obtuvo lo siguiente en reducción de microorganismos para la PTAR 2 (88.75%), PTAR 3(21.23%) y PTAR 4 (67.46%) por consiguiente en la reducción de DBO₅ (PTAR 2-96.67%, PTAR 3 - 31.70% y PTAR 4 -77.98%) y como consiguiente tenemos al autor **Hernández, et al. (2019)** al aplicar el tratamiento catalítico de oxidación con ozono en aguas residuales se obtuvo una reducción DQO (60.92%) y DBO (74.76%) y turbidez (96.98%),con carga de magnetita de 0.3 g/L y con un tiempo de reacción de 40 minutos ; es importante considerar que la reducción de la concentración esta correlacionada en base al tiempo de aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono .

En los cuales tiene concordancia con reducir la concentración de los **parámetros microbiológicos** entre ellos coliformes totales el mejor tiempo de eficiencia en 10 minutos en la muestra AS1, AS2 y AS3 presentaron un cambio drástico de 12.6%, 15.9% y 15.3% respectivamente; como consiguiente *Escherichia Coli* demostró que para el punto AS2 tuvo como mejor tiempo 20 minutos con un porcentaje del 86.5% de reducción, para el AS1 Y AS3 el mejor tiempo es 10 min de tratamiento su reducción cambio a un 84.7% y 90.3%. Asimismo, en su tesis de **Clem y Mendonca (2022)** utilizó la aplicación de ozono (O₃) con una membrana de ultrafiltración (UF) para el proceso terciario de residuos de agua donde en el reactor se activó después de 40 minutos de ozonización. El uso de O₃ + UV eliminó el 100% de la cantidad total de coliformes y virus de las aguas residuales secundarias, el fósforo eliminado fue de 89.13%, 95.41%, 82%, 93.4%, 14.75% y 79.67%, respectivamente y se obtuvo como los resultados presentados aquí indican que el rendimiento de este nuevo diseño de reactor es eficaz para el proceso terciario de aguas residuales, como consiguiente con resultados parecidos tenemos a **Cáceres (2018)** planteó el uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano, la concentración de O₃ estimada se basa en (Pies cúbicos estándar por hora), que es de 1 a 10 con 3,70 g de O₃ por hora con incrementos de descarga de iones de plata de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 y 4 segundos de oscilación en la descarga; respectivamente en los parámetros microbiológicos se logró reducir un 100% para agregar al agua embotellada destinada al consumo humano, así como un reemplazo para otras técnicas de tratamiento ampliamente utilizadas que prolongarán la vida útil del producto; en base a ello esta correlacionado el tiempo de aplicación.

En relación al objetivo general que fue evaluar la influencia de la Nano-burbuja de Ozono, se encontró que permite la reducción de concentración en un 48% de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (pH, DQO, DBO₅, Turbidez, Aceites y grasas, Coliformes Totales, *Escherichia Coli*), lo cual presenta concordancia con el trabajo de investigación de **Velásquez (2023)** la cual tuvo el procesamiento de aguas residuales y el tratamiento se utilizó Ozono en donde se removió de DBO₅ de 188.79 mg/L a 83.42 mg/L y en el parámetro DQO de 328 mg/L a un valor de 232 mg/L teniendo una reducción del 60 %, como

consiguiente tiene resultados parecido **Salas (2021)** en la aplicación de Ozono, a una corriente de 2.4 A se obtuvo mayor eficiencia en reducción del parámetro turbiedad a 98.93% en SST, 94.88% y en DQO a 89.43%, por ultimo **Pérez (2017)** al aplicar burbujas de ozono de manera convencional a pH 3, 7 y 10, O₃ muestra la eficiencia más alta de eliminación de DQO fue del 7.5 % después de 90 min de procesamiento de O₃ donde la eliminación más alta fue de 59 % después de 90 min de tratamiento con Ozono, como siguiente tenemos al autor **Gálvez (2019)**, en su investigación de efecto microbicida del ozono se aplicó en seis tiempos de contacto (1, 2, 4, 6, 8 y 10 min) en el tratamiento del agua, donde se le inyectó O₃ para determinar su actividad microbicida teniendo como resultado una disminución de los organismos libres debido al efecto bactericida del Ozono, con la eliminación de microalgas comenzando en el minuto 2 y la eliminación de moho, bacterias y levaduras comenzando en el minuto 6 donde demostró de manera progresiva el 50% de eficiencia.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó las características físicas donde el tamaño que demostró la eficiencia de reducción es el diámetro de 0.16 μm de Nano-burbuja y a la vez un caudal de 80 L y una temperatura de ingreso 20°C a la salida 22°C, con una presión de 600000 Pa.
- Los niveles de concentración fluctúan entre los parámetros fisicoquímicos reduciendo su concentración entre un rango de 58% hasta un 70% llegando a tener un promedio de 64% mientras en la reducción de la concentración de los parámetros microbiológicos fue de 50% de su valor inicial.
- El tiempo más adecuado que presento mayor porcentaje de reducción fue el de 10 min logrando reducir los parámetros fisicoquímicos en un 96.17% en aceites y grasas, 34.17% en DBO5, en DQO en un 64.20% y Turbidez en un 99%; para los parámetros microbiológicos hasta un 15% en coliformes totales y en *escheriachia Coli* redujo en 86.57%.
- La evaluación de la influencia del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono permitió la reducción de las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos demostrando su capacidad reductora en los niveles de concentración tratados, alcanzando su máximo de reducción de un promedio del 57.7% en todos los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

VI. RECOMENDACIONES

- Determinar el tamaño de Nano-burbuja empleando técnicas microscópicas de alta resolución.
- Ampliar el tiempo de tratamiento del uso de Nano- burbuja con la finalidad de conocer de variabilidad temporal en niveles de eficiencia.
- Emplear para futuras investigaciones otros parámetros microbiológicos y fisicoquímicos.

REFERENCIAS

1. ANA. Identifica fuentes contaminantes en el litoral marino costero de Paracas.].Septiembre 2020.Disponible en: <https://www.ana.gob.pe/noticia/ana-identifica-fuentes-contaminantes-en-el-litoral-marino-costero-de-paracas>.
2. BARAHONA, Natalia, HERNÁN Tixi y GERMENDIA. Tratamiento con ozono de aguas contaminadas con compuestos orgánicos volátiles. Junio de 2022, vol.8, n.º 3, 319-333. ISSN 2477-8818. Disponible en: <https://doi.org/file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-TratamientoConOzonoDeAguasContaminadasConCompuesto-8635273.pdf>.
3. Barlow. Ozonización como forma de desinfección de virus y microorganismos en el tratamiento de agua y aire. Artículos técnicos.2020.Disponible en: <https://www.bluegold.es/es/ozonizacion-como-forma-de-desinfeccion-de-virus-y-microorganismos-en-el-tratamiento-de-agua-y-aire/>.
4. BENITO HUAMÁN, Liz Paola. Efecto microbicida del ozono sobre organismos de vida libre en el proceso de potabilización del agua. Ayacucho-2018. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/handle/UNSCH/4465>.
5. CÀCERES BARRIENTO, Jonatan Roy. *Uso de iones de plata y ozono en el tratamiento de agua para consumo humano*. 2018.Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3229/caceres-barrientos-jhonathan-roy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
6. CANDELA ORDUZ, Rubén Darío, et al. Las microalgas y el tratamiento de aguas residuales: conceptos y aplicaciones. Una revisión bibliográfica. 2016. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/12170/91541023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
7. CLEM, Victoria y Henrique VIEIRA DE MENDOCA. Reactor de ozono combinado con membrana de ultrafiltración: un nuevo sistema de tratamiento terciario de aguas residuales con fines de reutilización. 2022, n.º 1. ISSN

35525046. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35525046/>.
8. Conductividad Eléctrica - Concepto y tipos de conductividad. En línea. Concepto. Disponible en: <https://concepto.de/conductividad-electrica/>.
 9. Diccionario de parámetros - PH. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>.
 10. Efectos del ozono troposférico en la salud humana en el contexto del cambio climático – Observatorio Europeo del Clima y la Salud. 2022. Disponible en: https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/observatory/evidence/health-effects/ground-level-ozone/ground-level-ozone?set_language=es.
 11. GONÇALVES, Alex Augusto; PAIVA, Fernanda García. El ozono como agente antiséptico en la industria pesquera. 2004, vol. 31, no 1, p . 32-37. Disponible en : https://www.researchgate.net/profile/Alex-Augusto-Goncalves/publication/267450653_El_ozono_como_agente_antiseptico_en_la_industria_pesquera/links/5dd3e75792851c382f49f5f1/El-ozono-como-agente-antiseptico-en-la-industria-pesquera.pdf.
 12. GOMEZ MURCIA, Julián Felipe, Carlos Alberto QUIROGA BARRIOS y Rafael Nikola AGUDELO VALENCIA. Tratamiento de aguas residuales generadas en la industria de comunicación gráfica que emplea impresión tipo “Offset”. Estudio de caso. Agosto de 2022, vol.17, n.º 33, pp. 3-12. ISSN 2590-8219. Disponible en: <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.17.33.2022.3-12>.
 13. HERNÁNDEZ MEDINA, Nathalia, Stephanie BEJARANO AYALA, Natalia MENA GUERERO y Fiderman MACHUCA MARTINEZ. Tratamiento de aguas residuales provenientes de estaciones de gasolina mediante ozonización catalítica. 2019. Vol 21, n.º 1, p. 16. ISSN 0123-3033. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332019000100023.
 14. HERNANDEZ ORTIZ, Carlos Andres. Efectos de micro y nano burbujas en tratamientos de aguas residuales domésticas: el caso de pasca, cundinamarca. 2019. Disponible en:

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2334/HernandezCarlos2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

15. Gómez Murcia, C. A. Quiroga Barrios, y R. N. Agudelo Valencia, «Tratamiento de aguas residuales generadas en la industria de comunicación gráfica que emplea impresión tipo “Offset”. Estudio de caso».2022. Vol. 17, n.º 33, pp. 3-12, ago. Disponible en: <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.17.33.2022.3-12>.
16. MARTINS PINHEIRO, Aline; SALLA, Marcio Ricardo; BOLANOS ROJAS, María Lyda. Tratamiento de aguas residuales provenientes de industria de productos de limpieza y desinfectantes por ozonización convencional y catalítica. Ingeniare. 2019.Vol. 27, no 2, p. 223- 235. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052019000200223&script=sci_arttext.
17. MINAM. Ley que promueve la recuperación, conservación y mantenimiento de las playas del litoral. 2017.Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-que-promueve-recuperación-conservación-mantenimiento-las-playas>.
18. MINAM. Ley de Áreas Naturales Protegidas LEY N° 26834. 2017.Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-areas-naturales-protegidas>.

19. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Ley General medio ambiente 28611. En línea. Oefa. 2012. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2012/07/MJ003_L28611_-Ley_General_del_Ambiente.pdf.
20. MINISTERIO DE PRODUCCIÓN. Caso Bahía de Paracas. En línea. Congreso. 2015. Disponible en: <https://www4.congreso.gob.pe/congresista/2001/sjaimes/paginas/Lo-ultimo/bp1.htm>.
21. OEFA. Fiscalización ambiental de aguas residuales. 2024. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
22. Barlow. Ozonización aplicada en la desinfección del aire y tratamiento de agua. 2020. Disponible en: <https://www.bluegold.es/es/ozonizacion-como-forma-de-desinfeccion-de-virus-y-microorganismos-en-el-tratamiento-de-agua-y-aire/>.
23. PEREYRA, Br. Clean technology for domestic wastewater treatment: dynamic hydrocavitation-ozone Tecnología limpia para tratamiento de aguas residuales domésticas: hidrocavitación dinámica-ozono. 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-A-Castaneda-Olivera/publication/363885291_Tecnologia_limpia_para_tratamiento_de_aguas_residuales_domesticas_hidrocavitacion_dinamica-ozono/links/63335f6e13096c2907d43da4/Tecnologia-limpia-para-Tratamiento-de-aguas-residuales-domesticas-hidrocavitacion-dinamica-ozono.pdf.
24. PEREZ GUZMAN, Leiva. Eliminación de materia orgánica en aguas residuales textiles mediante la aplicación de ozono. | *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*. En línea. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad. 2019. Disponible en: <https://ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/31>.
25. SALAZ VIZCARRA, Cristian Joel. Optimización de los parámetros operacionales en procesos híbridos de electrocoagulación y ozono en la remoción de la turbiedad en efluentes provenientes de aguas grises, en la provincia de Huánuco. 2019. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2690>.

26. SAMAENA, Malink. *Proceso de ozonización híbrida para el tratamiento de aguas residuales industriales: principios y aplicaciones: una revisión*. En línea. Science Direct. 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714420300726>.
27. Rivas, R. M., Ramos Leal, J. A., Jiménez Moleón, M. del C., & Esparza Soto, M. Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*.2015. 31(3), 253-264. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/46282>.
28. RAMIREZ, Carranza y Ricardo DONOVAN. Remoción de materia orgánica, nitrógeno y fósforo de agua residual municipal implementando un tren de tratamiento de Fitodepuración y o₃/uv. En línea. Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México (RI - TecNM). 2019.Disponible en: <http://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/4037>.
29. RODRÍGUEZ, Ramiro Vallejo; BECERRILA, Elizabeth León. Degradación de materia orgánica presente en el agua superficial del lago de Chapala mediante la aplicación de un proceso de ozonización catalítica utilizando catalizadores naturales. 2023.Vol. 10, no 18, p. 47-50. Disponible en: http://revistaaristas.tij.uabc.mx/index.php/revista_aristas/article/view/268.
30. SÁNCHEZ, Raúl. Propuesta de aplicación de tecnologías limpias para el reúso del agua residual industrial en una empresa de fabricación de vidrios de seguridad. En línea. Repositorio Académico UPC.2018. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/577241/SAN_CHEZ_CR.pdf?sequence=2.
31. Temperatura. En línea. Fisicalab | Web de Física y Matemáticas. Disponible en: <https://www.fisicalab.com/apartado/temperatura>.
32. THAN PHAN, Lamp, Schaar HEIDEMARIE, Erniss SARACEVICA, Jorg KRAMPE y Norberto KREUZINGER. Efecto de la ozonización sobre la biodegradabilidad del efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas.2022. Vol. 812, p. 9. ISSN 152466. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721075446>.

33. VELAZQUEZ ROCHA, Pablo. Estudio de un tratamiento de aguas residuales provenientes de la Empresa de Embutidos Tusequis Ltda. empleando ozono burbujeo combinado con peróxido de hidrógeno. En línea. Universidad Mayor de San Andrés. 2013. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32311>.
34. VELASCO, M. L. Y. P.; MARTÍNEZ, M. Muestreo probabilístico y no probabilístico. Licenciatura .2017, p. 3. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2017/02/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-guadalupe.pdf>
35. WAUNG, Ze, Yu-Sheng YANG, Sang-Sheng ZENG, Moses AROWO, Xuegin ZHANG et al. Tratamiento de aguas residuales orgánicas mediante ozono en un tanque agitador de espuma sólida de rotación continua. 2022. Vol.1. ISSN 247205378. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Treatment-of-organic-wastewater-by-ozone-in-a-solid-Wang-Yang/f965c3ed2cb32ac5eecbc0b7d2276b3154d00257>.
36. BAPTISTA, Hernandez. *El portal de la tesis-Universidad de Colima*. En línea. Forbidden. Disponible en: <https://recursos.ucol.mx/tesis/investigacion.php>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variable.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	
Nano-burbujas de Ozono	La Nano-burbuja es una tecnología emergente fundamentada en el desarrollo de burbujas ultrafinas menores a 1µm donde ingresa en el tratamiento terciario, permitiendo la desinfección del agua y reducir los contaminantes microbiológicos, físicos y químicos para mejorar la calidad del agua. (Barlow,2020)	La capacidad de las Nano-burbujas para reducir los niveles de contaminación en las aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras que serán en base al tiempo adecuado y las características físicas de la Nano-burbujas de Ozono.	Características físicas de la Nano-burbujas de Ozono	Caudal Temperatura Presión Velocidad Tamaño	(L) (°C) (Pa) (M3/h) (µm)	Escala de Razón
			Tiempo adecuado	10 20 30	(min)	
Reducción de la concentración en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas marinas contaminadas por industrias pesqueras.	El agua residual que vierte las industrias pesqueras es toda agua que fue dañada su calidad por los procesos donde es considerada agua que no tiene valor ni nuevo uso, donde la calidad del agua son las condiciones en las que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas en su estado natural o después de ser alteradas. (Candela,2016)	Se va determinar el nivel de concentración inicial de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de la misma manera después de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono se verificará la concentración reducida.	Concentración de parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> Turbidez Aceites y grasas DBO5 pH DQO Coliformes Totales <i>Esherichia coli</i> 	(UNT) (mg/L) (mg/L) (pH) (mg/L) (NMP/100 mL)	Escala de Razón

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Diagnóstico de la zona	Estudio de campo	Observación	Formato de las zonas recorridas en el mapa de la reserva nacional de Paracas.	Identificación de los focos de contaminación.
Toma de muestras inicial	Aguas marinas contaminadas por industrias de harina de pescado.	Técnicas de muestreo de aguas contaminadas.	Ficha de recolección de muestras de agua.	Muestra de agua en la cantidad requerida en base al ECA.
Análisis inicial de las muestras obtenidas.	Área del estudio	Laboratorio de la Universidad César Vallejo.	Ficha de análisis inicial	Muestras iniciales de marinas contaminadas por industrias de harina de pescado.
Aplicación de las Nano-burbujas de Ozono	Área de estudio	Laboratorio de la Universidad César Vallejo.	Ficha de caracterización de Nano-burbuja de Ozono	Las Nano-Burbujas son eficaces en el proceso de tratamiento de aguas marinas contaminadas por industrias de harina de pescado.
Análisis de las muestras tratadas por Nano-burbujas	Área del estudio	Laboratorio de la Universidad César Vallejo.	Ficha de análisis finales de las muestras.	Muestras finales de aguas marinas contaminadas por industrias de harina de pescado.
Comparación de resultados	Laboratorio	Experimental	Formato de comparación de muestras (antes y después)	Registro de resultados

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3 : Evaluación por Juicio de expertos, Primer Juez experto.

Datos Generales:						
Apellidos Y Nombres Del Experto:	Gonzalez Jorge Mendoza Mogollon					
Institución:	Universidad Cesar Vallejo					
Especialidad:	Ingeniería Ambiental					
Instrumento De Evaluación:	Anexo 10 - 09 ^a Anexos de los Planes					
Autores De Instrumentos:	Cruzado Herrera, Connie Aylin (https://Orcid.Org/0000-0002-5844-091x) Gonzales Acuña, Lis (https://Orcid.Org/0000-0002-6260-1333)					
Aspectos De Validación: Muy Deficiente (2) Deficiente (4) Aceptable (6) Buena (8) Excelente (10)						
Criterios:	Indicadores	2	4	6	8	10
Claridad:	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
Objetividad:	Esta adecuado a las leyes y principios científicos					X
Actualidad:	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					X
Organización:	Existe organización lógica					X
Suficiencia:	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
Intencionalidad:	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis					X
Consistencia:	Se respalda en fundamentos técnicos o científicos					X
Coherencia:	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores					X
Metodología:	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados hará lograr probar la hipótesis					X
Pertinencia:	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X
Puntaje Total:						
Opinión De Aplicabilidad:	Criterio:	Si	No			
	El instrumento cumple con los requisitos para su validación	X				
Promedio De Valoración:		100%				
Fecha de validación:		11-11-2023				

Fuente: Elaboración Propia.


 GONZALO JORGE
 MENDOZA MOGOLLON
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 290348

Datos Generales:						
Apellidos Y Nombres Del Experto:	Gonzalez Jorge Mendoza Mogollon					
Institución:	Universidad Cesar Vallejo					
Especialidad:	Ingeniería Ambiental					
Instrumento De Evaluación:	Anexo 5: Aplicación					
Autores De Instrumentos:	Cruzado Herrera, Conni Aylín (https://Orcid.Org/0000-0002-5844-091x) Gonzales Acuña, Uri (https://Orcid.Org/0000-0002-6260-1333)					
Aspectos De Validación: Muy Deficiente (2) Deficiente (4) Aceptable (6) Buena (8) Excelente (10)						
Criterios:	Indicadores	2	4	6	8	10
Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos					X
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					X
Organización	Existe organización lógica					X
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis					X
Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos o científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores					X
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis					X
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X
Puntaje Total:						
Opinión De Aplicabilidad:	Criterio	Si	No			
	El instrumento cumple con los requisitos para su validación	X				
Promedio De Valoración:		100%				
Fecha de validación:		11-11-2023				

Fuente: Elaboración Propia.


 GONZALO JORGE
 MENDOZA MOGOLLON
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP Nº 200348

Anexo 4: Evaluación por Juicio de expertos, Segundo Juez experto.

Criterios		Indicadores	2	4	6	8	10
Ciudad	Esta formulado con lenguaje comprensible.						X
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.						X
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.					X	
Organización	Existe organización lógica.					X	
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X	
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.					X	
Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos o científicos.					X	
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.					X	
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados hará lograr probar la hipótesis.					X	
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.						X
Puntaje Total:							
Opinión De Aplicabilidad:	Critero	Si	No				
	El instrumento Cumple Con Los Requisitos Para Su Validación:	X					
Promedio De Valoración:		86%					
Fecha de validación:		11/11/2023					

Fuente: Elaboración Propia.

[Firma]
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 BARÓN ARIAS
 Ingeniero Químico
 Exp. N° 28493

Aspectos De Validación		Muy Deficiente (2) Deficiente (4) Aceptable (6) Buena (8) Excelente (10)				
Crterios:	Indicadores	2	4	6	8	10
Claridad:	Esta formulado con lenguaje comprensible					X
Objetividad:	Esta adecuado a las leyes y principios científicos					X
Actualidad:	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación				X	
Organización:	Existe organización lógica				X	
Suficiencia:	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales				X	
Intencionalidad:	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis				X	
Consistencia:	Se respalda en fundamentos técnicos o científicos				X	
Coherencia:	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores				X	
Metodología:	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados hará lograr probar la hipótesis.				X	
Pertinencia:	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X
Puntaje Total:						
Opinión De Aplicabilidad:	Criterio	Si	No			
	El instrumento cumple con los requisitos para su validación	X				
Promedio De Valoración:		86%				
Fecha de validación:		11/11/23				

Fuente: Elaboración Propia.


JUAN ARIAS VICTOR
 INGENIERO QUIMICO
 CIP Nº 28483

Anexo 5: Evaluación por Juicio de expertos, Tercer Juez experto

Datos Generales:						
Apellidos Y Nombres Del Experto:	CARLA MANUELA GALLO MARCAS					
Institución:	Universidad Cesar Vallejo					
Especialidad:	INGENIERIA AMBIENTAL					
Instrumento De Evaluación:	APLICACIÓN DE UNO BIODIVERSIDAD EN OFONO					
Actores De Instrumentos:	Cruzado Herrera, Connie Aylín (https://Orcid.Org/0000-0002-5644-091x) Gonzales Acuña, Us (https://Orcid.Org/0000-0002-6260-1333)					
Aspectos De Validación: Muy Deficiente (2) Deficiente (4) Aceptable (6) Buena (8) Excelente (10)						
Criterios:	Indicadores	2	4	6	8	10
Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos					X
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					X
Organización	Exista organización lógica					X
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales					X
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis					X
Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos o científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores					X
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados hará lograr probar la hipótesis					X
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X
Puntaje Total:						
Opinión De Aplicabilidad	Criterio	Si	No			
	El instrumento Cumple Con Los Requisitos Para Su Validación	X				
Porcentaje De Validación:		100%				
Fecha de validación:		8/11/2023				

Fuente: Elaboración Propia.


 CARLA MANUELA
 GALLO MARCAS
 INGENIERIA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 188018

Datos Generales:						
Apellidos Y Nombres Del Experto:	CARLA MARCELA GALLO MARCAS					
Institución:	Universidad Cesar Vallejo					
Especialidad:	INGENIERA AMBIENTAL					
Instrumento De Evaluación:	APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS					
Autores De Instrumentos:	Cruzado Herrera, Connie Aylín (https://Orcid.Org/0000-0002-5844-0914) Gonzales Acuña, Us (https://Orcid.Org/0000-0002-6280-1333)					
Aspectos De Validación: Muy Deficiente (2) Deficiente (4) Aceptable (6) Buena (8) Excelente (10)						
Criterios	Indicadores	2	4	6	8	10
Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.					X
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos					X
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación					X
Organización	Existe organización lógica					X
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.					X
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis					X
Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos o científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores					X
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados hará lograr probar la hipótesis.					X
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X
Puntaje Total:						
Opinión De Aplicabilidad:	Criterio	Si	No			
	El instrumento cumple con los requisitos para su validación	X				
Puntaje De Valoración:		100%				
Fecha de validación:		13/11/2023				

Fuente: Elaboración Propia.


 CARLA MARCELA
 GALLO MARCAS
 INGENIERA AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 188019

Anexo 6: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (ECA) para Agua.

Establecen Disposiciones Complementarias. El presente Decreto supremo determina los niveles de concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos y químicos y biológicos.

Parámetros	Unidad de medida	E3: Ecosistemas costeros y marinos
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (<i>DBO₅</i>)	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	30*
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.0 - 9.0*
Turbidez	UNT	100*
Escherichia Coli.	NMP/100mL	0*
Coliformes totales	NMP/100mL	≤ 30**

(*) Categoría 1: Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación




(**) Categoría 3: Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras en base al ANA.




Fuente: MINAM.




Anexo 7: Puntos de muestreo

Muestra	Descripción	Coordenadas
AS1	Área de Bañistas	E: -11759161
		N: -511797
AS2	Área de Reserva	E: -11758313
		N: -511811
AS3	Área Industrial	E: -11753153
		N: -508636

Anexo 8: Fichas de recolección completas.

Formato N° 1: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua residual antes y después del tratamiento de Nano-burbujas.					
Título de tesis:	Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024.				
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de los residuos				
Línea de R.S.U:	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático				
Autoras:	Cruzado Herrera, Connie Aylin Gonzales Acuña, Lis				
Asesor:	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio				
N° de muestra	Parámetros	Tratamiento			Porcentaje de reducción (%)
		Antes	Después	Tiempo (min)	
AS-01	pH	8.05	7.84	10	2.61
	DQO (mg/ L)	8.16	3.24	10	60.29
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.25	10	27.75
	Turbidez (UNT)	22	0.17	10	99.23
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.018	10	95.38
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.87	10	12.62
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.17	10	84.68
AS-02	pH	8.05	7.78	10	3.35
	DQO (mg/ L)	8.16	3.16	10	61.27
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.18	10	31.79
	Turbidez (UNT)	22	0.08	10	99.64
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.019	10	95.13
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.85	10	13.55
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.17	10	84.68
AS-03	pH	8.05	7.61	10	5.47
	DQO (mg/ L)	8.16	2.58	10	68.38
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.11	10	35.84
	Turbidez (UNT)	22	0.12	10	99.45
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.011	10	97.18
	Coliformes totales (NMP/ 100mL)	2.14	1.85	10	13.55
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.11	10	90.09
Revisado por:		Revisado por:		Revisado por:	
 CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ Ingeniero Químico CIP N° 37813		 CARLA MANUELA GALLO MARCAR INGENIERA AMBIENTAL Reg. CIP N° 188018		 BENJAMÍN JOSÉ MENDOZA MOGOLLÓN INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 250348	

Formato N° 1: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua residual antes y después del tratamiento de Nano-burbujas.					
Título de tesis:	Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024.				
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de los residuos				
Línea de R.S.U:	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático				
Autoras:	Cruzado Herrera, Connie Aylin Gonzales Acuña, Lis				
Asesor:	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio				
Nº de muestra	Parámetros	Tratamiento			Porcentaje de reducción (%)
		Antes	Después	Tiempo (min)	
AS-01	pH	8.05	8.05	20	0.00
	DQO (mg/ L)	8.16	3.26	20	60.05
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.22	20	29.48
	Turbidez (UNT)	22	0.15	20	99.32
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.015	20	96.15
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.85	20	13.55
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.21	20	81.08
AS-02	pH	8.05	8.04	20	0.12
	DQO (mg/ L)	8.16	3.14	20	61.52
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.21	20	30.06
	Turbidez (UNT)	22	0.08	20	99.64
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.019	20	95.13
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.85	20	13.55
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.15	20	86.49
AS-03	pH	8.05	7.82	20	2.86
	DQO (mg/ L)	8.16	2.57	20	68.50
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.13	20	34.68
	Turbidez (UNT)	22	0.12	20	99.45
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.013	20	96.67
	Coliformes totales (NMP/ 100mL)	2.14	1.83	20	14.49
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.13	20	88.29
Revisado por:		Revisado por:		Revisado por:	
 CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ Ingeniero Químico CIP N° 37813		 CARLA MARCELA GALLO MARCAS INGENIERA AMBIENTAL Reg. CIP N° 188018		 MENDOZZA MOGOLLON INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 290348	

Formato N° 1: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua residual antes y después del tratamiento de Nano-burbujas.					
Título de tesis:	Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024.				
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de los residuos				
Línea de R.S.U:	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático				
Autoras:	Cruzado Herrera, Connie Aylin Gonzales Acuña, Lis				
Asesor:	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio				
N° de muestra	Parámetros	Tratamiento			Porcentaje de reducción (%)
		Antes	Después	Tiempo (min)	
AS-01	pH	8.05	8.03	30	0.25
	DQO (mg/ L)	8.16	3.21	30	60.66
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.23	30	28.90
	Turbidez (UNT)	22	0.17	30	99.23
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.015	30	96.15
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.87	30	12.62
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.18	30	83.78
AS-02	pH	8.05	8.03	30	0.25
	DQO (mg/ L)	8.16	3.18	30	61.03
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.18	30	31.79
	Turbidez (UNT)	22	0.07	30	99.68
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.018	30	95.38
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.86	30	13.08
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.17	30	84.68
AS-03	pH	8.05	7.82	30	2.86
	DQO (mg/ L)	8.16	2.55	30	68.75
	DBO ₅ (mg/ L)	1.73	1.11	30	35.84
	Turbidez (UNT)	22	0.11	30	99.50
	Aceites y Grasas (mg/ L)	0.39	0.013	30	96.67
	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	2.14	1.82	30	14.95
	<i>Escheriachia coli</i> (NMP/100 mL)	1.11	0.11	30	90.09
Revisado por:		Revisado por:			Revisado por:
 CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ Ingeniero Químico CIP N° 37813		 CARLA MARIELA GALLO MARCAS INGENIERA AMBIENTAL Reg. CIP N° 188018			 MERCEDES MOCHILLON INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 200348

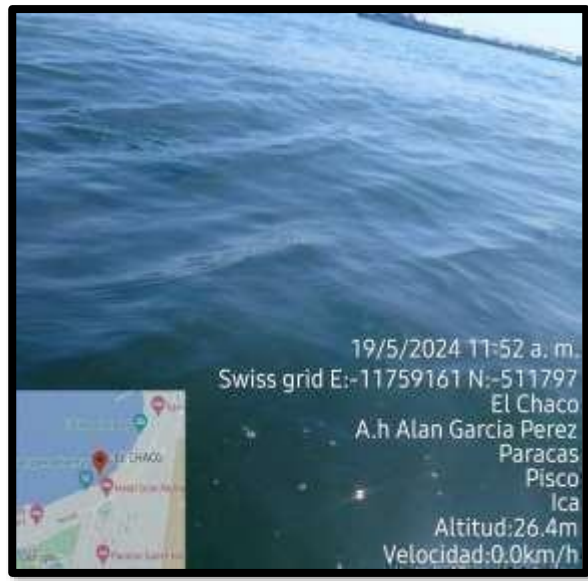
Anexo 9: Datos adjuntos en el Formato N° 2: Aplicación de Nano-burbujas de Ozono

Formato N°2: Aplicación de Nano-burbujas de Ozono										
Título de tesis:	Nano-burbuja de Ozono para reducir las concentraciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua marina contaminadas por industrias pesqueras en Paracas 2024.									
Línea de investigación:	Tratamiento y gestión de los residuos									
Línea de R.S.U.:	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático									
Autoras:	Cruzado Herrera, Connie Aylin Gonzales Acuña, Lis									
Asesor:	Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio									
		AS1			AS2			AS3		
		DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Aceite y Grasas (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)
Tiempo (min)	10	1.25	3.24	0.018	1.18	3.16	0.019	1.11	2.58	0.011
	20	1.22	3.26	0.015	1.21	3.14	0.019	1.13	2.57	0.013
	30	1.23	3.21	0.015	1.18	3.18	0.018	1.11	2.55	0.013
Revisado por:				Revisado por:				Revisado por:		
 CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ Ingeniero Químico CIP N° 57813				 CARLA MANUELA GALLO MARCAS INGENIERA AMBIENTAL Reg. CIP N° 188018				 FRANCISCO JORGE MENDOZA MOCOLLON INGENIERO AMBIENTAL Reg. CIP N° 200348		

Anexo 10: Punto de muestreo 1,2,3 del Mar de Paracas.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 11: Toma de muestras en el Mar de Paracas.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 12: Análisis en Laboratorio de la Universidad César Vallejo.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 13: Aplicación del tratamiento Nano-burbuja de Ozono.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 14: Conteo de Nano-burbujas en proceso de microscopia

Conteo de Nanoburbujas				
Diámetro (μm)	0.64 (μm)	0.36 (μm)	0.16(μm)	0.04(μm)
Muestra 1	71	161	380	250
Muestra 2	66	174	362	220
Muestra 3	56	136	300	195
Total	193	471	1042	665

Fuente: Elaboración Propia.

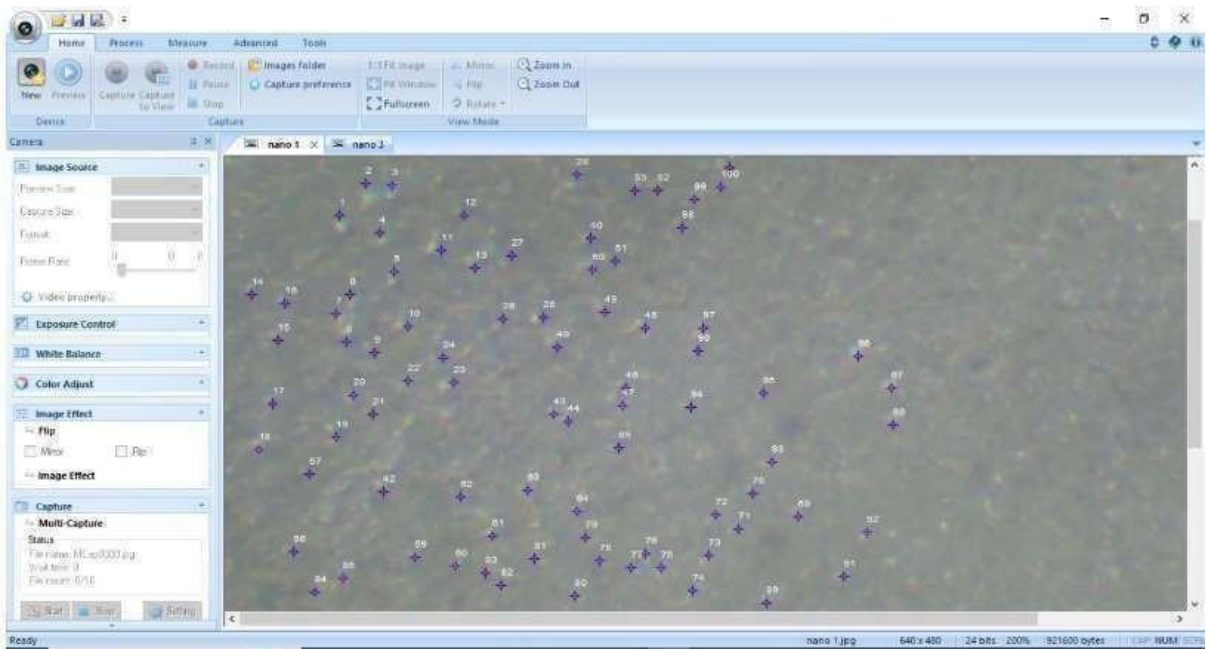
Anexo 15: Fotos de Nano-burbujas en proceso de microscopia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 16: Informe de laboratorio del análisis inicial de los parámetros Físico-químicos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO N°01 -L- 2024 - 1	
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA	
LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE	
Dirección:	Mz. K lote 9 – Gambeta Baja – Callao
Tipo de ensayo:	Análisis Físico-químicos y biológico
Matriz:	Agua Salina
Descripción de la muestra:	Muestra inicial
Muestra tomada por:	Cruzado Herrera Connie Aylin
Método de análisis:	APHA-AWWA-WEF (2012)5210B Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017) SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

pH					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
			R1	R2	R3
M-INICIAL	Muestra	pH			
AS1			8.05	8.05	8.03
AS2			8.03	8.04	8.03
AS3			7.81	7.82	7.82

Temperatura					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
			R1	R2	R3
M-INICIAL	Muestra	°C			
AS1			21.1	21.1	21.1
AS2			21.1	21.3	21.3
AS3			21.1	21.3	21.3

Conductividad Eléctrica					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-INICIAL	Muestra	ms/cm	R1	R2	R3
AS1			49.91	49.89	49.91
AS2			49.95	49.97	49.97
AS3			49.58	49.58	49.56

Turbidez					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-INICIAL	Muestra	NTU	R1	R2	R3
AS1			22	22.1	22.1
AS2			24	24.3	24.1
AS3			45	45.1	45.1

Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-INICIAL	Muestra	mg/l	R-1	R2	R3
AS1			1.73	1.74	1.73
AS2			1.78	1.78	1.78
AS3			1.89	1.87	1.87

Demanda Química de Oxígeno					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-INICIAL	Muestra	mg/l	R-1	R2	R3
AS1			8.16	8.16	8.15
AS2			8.21	8.21	8.21
AS3			8.83	8.85	8.83

Aceites y grasas					
Estación	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-INICIAL	Muestra	mg/l	R-1	R2	R3
AS1			0.39	0.39	0.39
AS2			0.42	0.42	0.41
AS3			0.45	0.45	0.45



 CARLOS HUMBERTO
 ALFARO RODRIGUEZ
 Ingeniero Químico
 CP N° 37813



 Hitler Román Pérez
 ING. AMBIENTAL

Anexo 17: Informe de laboratorio de parámetros fisicoquímicos después de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO N°03 -L- 2024 - 1	
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA	
LABORATORIO DE QUIMICA UCV-LIMA NORTE	
Dirección:	Mz. K lote 9 – Gambeta Baja – Callao
Tipo de ensayo:	Análisis Físico-químicos y biológico
Matriz:	Agua Salina
Descripción de la muestra:	Muestra Tratada
Muestra tomada por:	Gonzales Acuña Lis
Método de análisis:	APHA-AWWA-WEF (2012) 5210B Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017) SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

pH						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	pH	R1	R2	R3
AS1	11:52 a. m.			7.84	7.82	7.82
AS2	12:29 a.m.			7.78	7.78	7.75
AS3	13:22 p.m.			7.61	7.61	7.6

Temperatura						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	°C	R1	R2	R3
AS1	11:52 a. m.			21.7	21.7	21.6
AS2	12:29 a.m.			21.5	21.5	21.6
AS3	13:22 p.m.			21.1	21.1	21.2

Conductividad Eléctrica						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	ms/cm	R1	R2	R3
A51	11:52 a. m.			30.4	30.6	30.2
A52	12:29 a.m.			30.1	30.1	30.3
A53	13:22 p.m.			51.1	51.8	51.8

Turbidez						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	NTU	R1	R2	R3
A51	11:52 a. m.			0.17	0.15	0.17
A52	12:29 a.m.			0.08	0.08	0.07
A53	13:22 p.m.			0.12	0.12	0.11

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	mg/l	R1	R2	R3
A51	11:52 a. m.			1.25	1.22	1.23
A52	12:29 a.m.			1.18	1.21	1.18
A53	13:22 p.m.			1.11	1.13	1.11

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	mg/l	R1	R2	R3
A51	11:52 a. m.			3.24	3.26	3.21
A52	12:29 a.m.			3.16	3.14	3.18
A53	13:22 p.m.			2.58	2.57	2.55

Aceites y grasas						
Estación	Fecha/hora	Tipo de resultado	Unidad de medida	Resultados		
M-Tratada	19/05/2024	Muestra	mg/l	R1	R2	R3
A51	11:52 a. m.			0.018	0.015	0.015
A52	12:29 a.m.			0.019	0.019	0.018
A53	13:22 p.m.			0.011	0.013	0.013


 CARLOS HUMBERTO
 ALFARO RODRÍGUEZ
 Ingeniero Químico
 CIP 11 3793


 MILLER ROMÁN PÉREZ
 INGENIERO QUÍMICO

Anexo 18: Informe de laboratorio del análisis inicial de los parámetros microbiológicos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO N°02 -L- 2021-1	
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUAS SALINA	
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA UCV-LIMA NORTE	
Dirección:	Mz. K lote 9 – Gambeta Baja – Callao
Tipo de ensayo:	Análisis Microbiológico
Matriz:	Agua Salina
Descripción de la muestra:	Muestra inicial
Muestra tomada por:	Cruzado Herrera Connie Aylín
Método de análisis:	International Commission on Microbiological Specifications for Food. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp.

Coliformes totales (NMP/100mL)				
Estación	Tipo de Resultado	Resultado		
		R1	R2	R3
M- INICIAL	Muestra	2.14	2.14	2.14
AS1				
M- INICIAL	Muestra	2.16	2.15	2.16
AS2				
M- INICIAL	Muestra	2.16	2.16	2.16
AS3				

Escherichia Coli (NMP/100mL)				
Estación	Tipo de Resultado	Resultado		
		R1	R2	R3
M- INICIAL	Muestra	1.11	1.11	1.11
AS1				
M- INICIAL	Muestra	1.11	1.12	1.11
AS2				
M- INICIAL	Muestra	1.13	1.13	1.13
AS3				

.....
CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ
 Ingeniero Químico
 CIP N° 37813

.....
Hitler Román Pérez
 ING. AMBIENTAL

Anexo 19: Informe de laboratorio de parámetros microbiológicos después de la aplicación del tratamiento de Nano-burbuja de Ozono.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO N°04 -L- 2021-1	
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUAS SALINA	
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA UCV-LIMA NORTE	
Dirección:	Mz. K lote 9 – Gambeta Baja – Callao
Tipo de ensayo:	Análisis Microbiológico
Matriz:	Agua Salina
Descripción de la muestra:	Muestra Tratada
Muestra tomada por:	Gonzales Acuña Lis
Método de análisis:	International Commision on Microbiological Specifications for Food. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp.

Coliformes totales (NMP/100mL)					
Estación	Fecha/hora	Tipo de Resultado	Resultado		
	19/05/2024		R1	R2	R3
M- TRATADA AS1	11:52 a.m.	Muestra	1.87	1.85	1.87
M- TRATADA AS2	12:29 p. m.	Muestra	1.85	1.85	1.86
M- TRATADA AS3	13: 22 p.m.	Muestra	1.83	1.83	1.82

Escherichia Coli (NMP/100mL)					
Estación	Fecha/hora	Tipo de Resultado	Resultado		
	19/05/2024		R1	R2	R3
M- TRATADA AS1	11:52 a.m.	Muestra	0.17	0.21	0.18
M- TRATADA AS2	12:29 p. m.	Muestra	0.17	0.15	0.17
M- TRATADA AS3	13: 22 p.m.	Muestra	0.11	0.13	0.11



CARLOS HUMBERTO
ALFARO RODRIGUEZ
 Ingeniero Químico
 CIP N° 37813



Hitler Román Pérez
 ING. AMBIENTAL