



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación del sistema de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano -
óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja
del río Chillón – Ventanilla 2021

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Chávez Guzmán Juan José (ORCID 0000-0003-1110-8714)

Cóndor Reap Liz Helen (ORCID 0000-0001-9428-0311)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores Jhonny Wilfredo (ORCID 0000-0003-2526-112)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Quiero dedicar a mi familia por darme fuerza y su apoyo incondicional para el desarrollo de esta tesis y cumplir cada uno de mis objetivos establecidos.

Juan José Chávez Guzmán

La presente tesis va dedicada a mi madre, por apoyarme siempre y ser el sustento para cumplir cada una de mis metas.

Liz Helen Condor Reap

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser nuestro guía y acompañarnos en el transcurso de nuestra vida, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

A nuestras familias por ser nuestros pilares fundamentales y habernos apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A nuestro asesor Dr. Valverde Flores Jhonny Wilfredo quien, con su experiencia, conocimiento y su constante motivación nos orientó para la culminación de nuestra tesis, por todo el tiempo empleado en ser nuestro guía y por impulsar el desarrollo de nuestro desarrollo profesional

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización.	22
3.3. Población, muestra y muestreo.	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Método de análisis de datos.	54
3.7. Aspectos éticos	54
IV. RESULTADOS.....	55
V. DISCUSIÓN.....	78
VI. CONCLUSIONES.....	81
VII. RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
Tabla 2. Docentes o Profesionales que validaron los instrumentos de recolección de datos	26
Tabla 3: Diámetros de las nano burbujas	47
Tabla 4. Cálculo de diámetro promedio de las nanoburbujas	48
Tabla 5. Mediciones del espectrofotómetro	52
Tabla 6 Resultados analíticos de Potencial de hidrogeno	55
Tabla 7. Resultados analíticos de Temperatura	56
Tabla 8. Resultados analíticos de conductividad.....	57
Tabla 9. Resultados analíticos de Oxígeno disuelto	58
Tabla 10. Resultados analíticos de aceites y grasas	59
Tabla 11. Resultados analíticos de DBO.....	60
Tabla 12. Resultados analíticos de nitrógeno amoniacal.....	62
Tabla 13. Resultados analíticos de Turbidez.....	63
Tabla 14. Resultados analíticos de coliformes fecales o termotolerantes.....	64
Tabla 15. Resultados analíticos de coliformes totales	65
Tabla 16. Datos de los parámetros fisicoquímicos obtenidos de las muestras antes y después del tratamiento	66
Tabla 17. Resumen del procesamiento de los casos de la hipótesis específica N°1	67
Tabla 18. Procesamiento de los datos descriptivos de la hipótesis específica N°1	67
Tabla 19. Pruebas de normalidad de la Hipótesis específica N°1.....	70
Tabla 20. Datos de los parámetros microbiológicos obtenidos de las muestras antes y después del tratamiento	71

Tabla 21. Resumen del procesamiento de los casos de la hipótesis específica N°2	71
Tabla 22. Procesamiento de los datos descriptivos de la hipótesis específica N°2	71
Tabla 23. Pruebas de normalidad de la Hipótesis específica N°2.....	72
Tabla 24. Datos de los tiempos utilizados en el tratamiento para mejorar la calidad del agua	73
Tabla 25. Resumen del procesamiento de los casos de la hipótesis específica N°3	73
Tabla 26. Procesamiento de los datos descriptivos de la hipótesis específica N°3	74
Tabla 27. Pruebas de normalidad de la Hipótesis específica N°3.....	75
<i>Tabla 28 . Estadísticos de muestras relacionadas</i>	76
Tabla 29. Correlaciones de muestras relacionadas.....	76
Tabla 30. Prueba de muestras relacionadas	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Toma de muestras	27
Figura 2. Conservación de las muestras	28
Figura 3. Descontaminación de los equipos de medición	28
Figura 4. Proceso de obtención de quitosano	29
Figura 5. Recolección y Limpieza de los caparazones de cangrejo	30
Figura 6. Secado y triturado de los exoesqueletos	30
Figura 7. Proceso de despigmentación del exoesqueleto de cangrejo.....	31
Figura 8. Proceso de desmineralización del exoesqueleto	32
Figura 9. Proceso de la desproteínización.....	33
Figura 10. Proceso de la desacetilación	34
<i>Figura 11. Proceso de elaboración del óxido de grafeno</i>	<i>35</i>
Figura 12. Proceso de pre-oxidación del grafito	36
Figura 13. Proceso de oxidación del grafito	37
Figura 14. Limpieza de la mezcla de óxido de grafeno	38
Figura 15. Secado de la muestra.....	38
Figura 16. Dispersión del grafeno	39
Figura 17. Introducción del quitosano y homogenización	40
Figura 18. Aplicación de nitrógeno líquido	40
Figura 19. Infiltración de glutaraldehído.....	41
Figura 20. Sistema de tratamiento de nano burbujas.....	44
<i>Figura 21. Esquema del ensayo</i>	<i>45</i>
Figura 22. <i>Cantidad de las burbujas</i>	<i>46</i>
Figura 23. Medición del tamaño de las nano burbujas.....	47
Figura 24. Representación gráfica de los tamaños y cantidad de nano burbujas.....	49
Figura 25. Medición de tamaño del óxido de grafeno reducido	51
Figura 26. Conteo del óxido de grafeno reducido de un tamaño homogéneo.....	51

Figura 27. Representación de óxido de grafeno reducido	52
Figura 28. Caracterización del quitosano	53
Figura 29. Ampliación de la estructura del quitosano.....	54
Figura 30. Resultados de pH después del tratamiento	56
Figura 31. Resultados de Temperatura después del tratamiento	57
Figura 32. Resultados de Conductividad después del tratamiento	58
Figura 33. Resultados de Oxígeno disuelto después del tratamiento.....	59
Figura 34. Resultados de Aceites y Grasas después del tratamiento	60
Figura 35. Resultados de DBO después del tratamiento	61
Figura 36. Resultados de nitrógeno amoniacal después del tratamiento	62
Figura 37. Resultados de Turbidez después del tratamiento.....	63
Figura 38. Resultados de coliformes fecales después del tratamiento.....	64
Figura 39. Resultados de coliformes totales después del tratamiento.....	65

RESUMEN

Esta investigación permitió determinar en qué medida la aplicación del sistema nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno mejora la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla – 2021. Se realizó un muestreo de aguas en la cuenca media, siguiendo protocolo para monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales; se introdujeron en un sistema de nanoburbujas a 70 PSI, a 30, 60 y 90 minutos; finalmente cada muestra se pasó por un filtro base quitosano - óxido de grafeno. Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos (Conductividad, pH, Temperatura, DBO₅, OD, N amoniacal y Turbidez) y microbiológicos (coliformes termotolerantes y totales), antes y después de los tratamientos.

En los resultados relevantes se encontró que a solo 30 minutos se presentó remoción en 87% de aceites y grasas (mg/L) y 98.21% de turbiedad (NTU); además a 90 minutos una reducción de 61.86 % en conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), así como los parámetros microbiológicos en un 99,99%. Concluyéndose que con el sistema nanoburbujas y filtro de quitosano - óxido de grafeno se redujeron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos por debajo de los estándares de calidad ambiental, mejorando las aguas de la cuenca baja del río Chillón.

Palabras clave: Nanoburbujas, calidad de agua, filtro de quitosano-óxido de grafeno, turbidez, río Chillón.

ABSTRACT

This research made it possible to determine to what extent the application of the nano-air bubble system and the chitosan-graphene oxide filter improves the water quality of the lower basin of the Chillón River - Ventanilla - 2021. A water sampling was carried out in the basin medium, following a protocol for monitoring the quality of surface water resources; they were introduced into a nano bubble system at 70 PSI, at 30, 60 and 90 minutes; finally each sample was passed through a chitosan-graphene oxide filter. The physicochemical parameters (Conductivity, pH, Temperature, BOD₅, DO, ammonia N and Turbidity) and microbiological (thermotolerant and total coliforms) were evaluated before and after the treatments. In the relevant results, it was found that at only 30 minutes there was removal in 87% of oils and fats (mg / L) and 98.21% of turbidity (NTU); in addition to 90 minutes a reduction of 61.86% in electrical conductivity ($\mu\text{S} / \text{cm}$), as well as the microbiological parameters by 99.99%. Concluding that with the nanobubble system and chitosan-graphene oxide filter, the physicochemical and microbiological parameters were reduced below the environmental quality standards, improving the waters of the lower basin of the Chillón River.

Keywords: Nanobubbles, water quality, chitosan-graphene oxide filter, turbidity, Chillón river.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que afecta de forma negativa al planeta es la contaminación del mar, ríos y lagos entre otros; que está poniendo en riesgo la calidad del cuerpo de agua, debido a los vertimientos de las aguas residuales generados por las viviendas aledañas, por los residuos de metales pesados vertidos por la minería informal, sustancias usadas en la agricultura como plaguicidas, insecticidas, descargas por hidrocarburos, aceites, compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos descargados por las personas y empresas informales que a través de sus residuos sólidos generados afectan las características de los estándares de la calidad del agua.

En el Perú, las tres cuencas más importantes que tiene la ciudad de Lima son los ríos Chillón, Rímac y Lurín que abastecen de agua para la producción de agua potable, riego de cultivos y otras actividades que se ven afectadas por las descargas generadas por procesos industriales, actividades agrícolas, botaderos de residuos sólidos, desagües domésticos, así como la minería. El río Chillón, fuente principal de abastecimiento de agua para el riego de la zona agrícola de las zonas de Carabaylo, San Diego, Chuquitanta y Márquez entre otras, recibe las descargas de aguas residuales afectando las características de uso de este cuerpo de agua de la cuenca del río Chillón.

Por ello, muchos investigadores han desarrollado estudios en los últimos años basados en la ciencia y en especial en el uso de la nanotecnología que resulta como una opción eficiente, económica y ambientalmente sostenible para la formulación del tratamiento y recuperación de los recursos naturales en especial de los cuerpos de aguas contaminadas.

En ese sentido, por medio de este trabajo de investigación se aplica la nanotecnología en especial el uso de un sistema de nanoburbujas de aire con un filtro de quitosano - óxido de grafeno para la descontaminación del agua de la cuenca baja del río Chillón para disminuir y/o eliminar contaminantes que alteran las características del cuerpo de agua como materia orgánica, DBO5, coliformes termotolerantes entre otros y de esta

manera lograr una mejor calidad de agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla.

Por todo lo expuesto se plantea el siguiente problema general: ¿En qué medida la aplicación del sistema de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno mejora la calidad de las aguas de la cuenca baja del río Chillón–Ventanilla, 2021?

Así también como problemas específicos: ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nanoburbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021?, ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021? y por ultimo problema específico tenemos ¿Cuál es el tiempo utilizado en mejora de la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla se ajusta a una distribución normal?

La presente investigación se justifica por la relevancia ambiental de este ecosistema y sus diferentes componentes, por lo que en base a los antecedentes y la evaluación inicial de la características fisicoquímicas se presentó la justificación teórica en la recopilación de datos de conocimientos y criterios desarrollados por otros investigadores en el uso de la nanotecnología y poder cuantificar y analizar los resultados sobre la calidad de las aguas de la cuenca baja del río Chillón, asimismo se presenta la justificación práctica porque se realiza trabajo de campo, uso de equipos y materiales para la experimentación de los ensayos en laboratorio y para la justificación metodológica fue necesario una metodología ordenada para lograr los resultados definidos en los objetivos de la presente, de esta forma permitir que los resultados de esta investigación generen una nueva alternativa para la reducción de los contaminantes de agua permitiendo en futuras investigaciones como una línea base para los estudios a futuro.

Esto permite desprender el objetivo general: Aplicar el sistema de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla - 2021. Y los objetivos específicos: Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021, y si se ajustan a una distribución normal; determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 y si se ajustan a una distribución normal, y como último objetivo específico determinar el tiempo utilizado en mejora de la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla se ajusta a una distribución normal.

Y a partir de los objetivos se formula la hipótesis general: La aplicación del sistema de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno mejora la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla - 2021. Así como las hipótesis específicas: La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 se ajustan a una distribución normal. La concentración de los parámetros microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 se ajustan a una distribución normal; y como última hipótesis específica se tiene, El tiempo utilizado en mejorar la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla se ajusta a una distribución normal.

II. MARCO TEÓRICO.

Palwasha, et al. (2020) en su investigación se detallan los avances sobre la aplicación de la micro y nanoburbujas en los procesos de tratamiento de agua, tales como: flotación, aireación y desinfección; y en sus usos en varios sectores, incluida la agricultura, acuicultura, medicina e industria. En el desarrollo de su investigación se logró determinar que el tratamiento de micro y nanoburbujas posee una alta eficiencia de tiempo-costo, en términos de mayor separación de contaminantes orgánicos, flotación, eficiencia de aireación para tratamientos biológicos, y avanzada oxidación mediante radicales OH. Los autores concluyeron que la aplicación de micro nanoburbuja no ha alcanzado todo su potencial en el tratamiento de agua residuales.

Así mismo para poder utilizar de forma eficaz y funcional el tratamiento con micro-nanoburbujas, Meegoda & Aluthgun Hewage & Batagoda (2018), se precisa la importancia de conocer la razón de su estabilidad a largo plazo. Para ello centraron su investigación en analizar diferentes tipos de gases como oxígeno, nitrógeno y ozono. Los resultados de la prueba mostraron que el gas nitrógeno con menos solubilidad tenía el diámetro de burbuja más pequeño, mientras que el ozono con la solubilidad de gas más alta produjo el diámetro más grande burbujas así mismo la solubilidad del gas contribuiría a la generación de iones OH⁻ en la burbuja superficie.

Acorde con Chang & Yuchao (2019). Describen las características de las micro-nanoburbujas durante el tratamiento de aguas superficiales, remediación de aguas subterráneas, tratamiento de aguas residuales industriales y tratamiento de ozono mejorado. Los resultados que obtuvieron mostraron que las micro-nano burbujas de ozono poseen una tasa de eliminación de DQO del 70%, mientras que la tasa de eliminación de la burbuja ordinaria fue de 50%, el tiempo de aplicación fue de 140 min y 280 min, respectivamente para cada uno de los tratamientos. Los autores concluyeron que el tratamiento con micro-nanoburbuja de ozono posee una mayor eficiencia en tiempo y reducción del DQO.

Habría que decir también que sus aplicaciones de las micro-nanoburbujas se encuentran principalmente en los aspectos de depuración de aguas superficiales, tratamiento de aguas residuales y remediación de aguas subterráneas y tratamiento de lodos. Dengxin, & Zhengguo & Tallal, (2019). Centraron su investigación en determinar los efectos de mejora al aplicar esta técnica, con otras de oxidación avanzada y mecanismos de eliminación de contaminantes. Durante su investigación inyectaron micro-nano burbujas de oxígeno con pseudomonas putida en el espacio intersticial de una columna de suelo contaminada con xileno, los resultados mostraron que las micro-nanoburbujas permanecieron hasta 45 minutos en el área de remediación y la tasa de cepas microbianas en oxígeno osciló entre 71-82 %, el experimento concluye con una concentración de xileno residual muy por debajo del límite de detección del instrumento utilizado.

Con respecto al grafeno Tshivam, Kenneth & Matte (2019) lo califican como un material novedoso, por ser el primer material de un átomo de espesor que ha sido aislado. Posee una disposición de átomos de carbono hexagonal plana en forma de panal y su naturaleza 2D, le da al grafeno y sus compuestos relacionados, algunas propiedades novedosas. Estas propiedades incluyen: alta resistencia mecánica $48\ 000\ \text{kN.m.kg}^{-1}$ (al mismo tiempo muy ligera), alta resistencia térmica y eléctrica conductividad, área superficial extremadamente grande y propiedades de barrera / membrana. Estas propiedades han hecho del grafeno una propuesta interesante en el mundo de la investigación. Así mismo los autores demostraron sus propiedades antibacterianas que tiene el óxido de grafeno, ya que este material puede inhibir eficazmente el crecimiento de la bacteria E. coli al tiempo que muestran una citotoxicidad mínima.

Todavía cabe señalar que las aplicaciones del óxido de grafeno en el tratamiento de aguas residuales las analizan, Smith, et al. (2019), siendo las más resaltantes: membrana de filtración, ultrafiltración nanofiltración y para osmosis inversa y directa. En el desarrollo de su estudio el autor elabora una membrana de nanofiltración de grafeno modificada, que era propensa a doblarse en solución acuosa. y el grado de plegado entre capas se puede

controlar mediante tratamiento térmico. Los resultados que obtuvieron fueron que la membrana de nanofiltración mantuvo un flujo de 400 L / (m²·h·MPa), mientras que la tasa de retención del colorante azoico fue del 67%. Este resultado evidenció la alta eficiencia que posee la membrana.

El siguiente aspecto trata de los principales métodos de preparación de membrana de óxido de grafeno los cuales fueron detallados por Gaofeng, et al. (2018), en su artículo de investigación, los cuales son la filtración por succión al vacío, recubrimiento por spray, recubrimiento por rotación, recubrimiento por inmersión y el método capa por capa, estos métodos son de bajo consumo de energía, operación simple, lo que, es más, el espesor de la membrana de óxido de grafeno es uniforme, su flexibilidad es buena, es fácil de transferir a otros sustratos. Se concluyó que la película de grafeno obtenida se considera un nuevo tipo de película, que se viene utilizando ampliamente en la purificación de agua, la detección de iones y otros campos.

Considerando que Jhaveri, et al. (2021), describieron al quitosano como un polímero natural con un alto potencial de biodegradabilidad y de nula toxicidad, ello, le está permitiendo ser utilizado en múltiples campos. Este compuesto se obtiene por la desacetilación de la quitina, un componente principal de los exoesqueletos de insectos, crustáceos (como cangrejos o camarones) y paredes celulares de hongos. Así mismo los autores le atribuyen propiedades antimicrobianas, por lo que puede ser ampliamente utilizado como agente antimicrobiano. Esta propiedad microbiana fue analizada por Chauhan, et al. (2017), quien realizó su estudio, preparando 3 cultivos con diferentes bacterias (*Staphylococcus aureus*, *E. Coli*, *Bacillus subtilis*) a 37°C y todos se activaron por incubación durante 24 horas en caldo nutritivo. Los resultados obtenidos demostraron la inhibición de las bacterias antes mencionadas en todas las concentraciones de quitosano adicionadas (100, 200, 500, 800, 1000, ug/mL).

Así mismo el quitosano en el tratamiento de aguas residuales destaca por su capacidad bioabsorbente para los contaminantes como metales pesados iones, plaguicidas organoclorados, sólidos en suspensión, turbidez,

sustancias orgánicas, impurezas grasas y oleosas o tintes textiles. Estas propiedades fueron analizadas por Marey, (2019), quien trató aguas residuales industriales. El autor aplicó 6 diferentes dosificaciones de quitosano que osciló entre 12-66 mg/L. El resultado que obtuve mostró una reducción respecto a la demanda química de oxígeno con 80,1%, turbidez con 91,8%, sólidos disueltos con 72,5% y conductividad de aguas residuales analizadas con 73,7%.

Todavía cabe señalar que Nechita, (2017), realizó su estudio con el objetivo investigar los efectos del quitosano sobre la eliminación de sólidos en suspensión (arcilla bentonita). Para ello el autor tomo 6 muestras de 500 mL, luego añadió el quitosano en diferentes dosis (1,3,10 y 30 mg / L), se agitaron las muestras a diferentes revoluciones y por último se dejó reposar por 30 minutos, se controló tanto la temperatura como el pH durante todo el experimento. Los resultados indicaron que el quitosano es un potente coagulante para la suspensión de bentonita. El porcentaje más alto de reducción fue del 96,9%. Y se obtuvo con 1 g de quitosano / 100 ml de agua a pH = 6. Los resultados le permitieron al autor concluir que el quitosano posee una alta eficiencia en la reducción de turbidez.

Avanzando la investigación, en los últimos años se ha empezado a utilizar los nanomateriales para la eliminación de diferentes tipos de contaminantes vertidos en el agua. Yaqoob, et al. (2020), en su artículo describen los diversos tipos de nanomateriales, que poseen un gran potencial para tratar efluentes industriales, entre los que tenemos a las membranas catalíticas, nanoabsorbentes y nanofotocatalizadores. En estos momentos las nanopartículas que más se han estudiado son las de sílice, nanopartículas de Cu₂O y de óxido de grafeno.

Dicho lo anterior, la elaboración de membranas de óxido de grafeno con quitosano para la eliminación de contaminantes inorgánicos como iones de metales. Es uno de los métodos más novedosos que se vienen aplicando en el tratamiento de aguas residuales. Por ello el Croitoru, et al. (2020), elaboraron su investigación con la finalidad de determinar la eficiencia de esta membrana. Para la obtención del óxido de grafeno aplicó el método

Hummer, posteriormente se le añade una solución de quitosano. Los resultados obtenidos mostraron la gran capacidad de adsorción, para la eliminación de iones como: Pb^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} en aguas residuales. Se concluyó que este tipo de membrana es muy eficaz y a un costo muy bajo.

Al mismo tiempo Khalid, et al. (2020), realizaron su investigación para determinar la eficiencia de remoción de un híbrido de grafeno con nanotubos de carbono. Los autores obtuvieron unos resultados muy resaltantes en la reducción de azul de metileno, con una capacidad máxima de 81,97 mg/g y un 97% eficiencia de remoción para una concentración inicial de 10 mg / L de azul de metileno. La conclusión que llegaron fue que el óxido de grafeno muestra una eficacia de adsorción excepcional para los tintes catiónicos pero una baja afinidad por los tintes aniónicos debido a fuerte repulsión electrostática.

Mientras tanto Ayala, R. & Ponte, P. (2019) realizaron su investigación en la planta de tratamiento de agua residuales de Ancón, con el objetivo de reducir los niveles de carga orgánica por el método inyección de micro burbujas de aire y grafeno. Para ello los autores iniciaron su trabajo caracterizando una muestra de 20 litros obtenido que el (DBO_5) era de 410 mg/L, el (DQO) era de 483 mg/L, los coliformes termotolerantes era de 44,000 NMP/100mL y la turbidez era de 63.33 NTU. Posterior a ello tomaron 3 muestras y las trataron inyectándoles micro burbujas de aire cada 20, 40 y 60 minutos y de grafeno le agregaron 6, 12 y 18 gramos respectivamente. El resultado que obtuvieron fue una reducción del (DBO_5) en 78.8%, (DQO) 76.4 %, Coliformes Termotolerantes 93.41% y turbidez 80.11%. Se concluyó que esta técnica es eficiente en la mejora de la calidad de las aguas residuales.

Por lo que refiere a Jaramillo, M. (2018), en su trabajo de investigación que tuvo como objetivo tratar aguas residuales de un centro de lavado de autos para remover aceites y grasas aplicando dosis mayores a 10 gramos de óxido de grafeno con un tiempo mayor a 10 minutos. El óxido de grafeno se obtuvo por el método Hummers el cual consta de la oxidación y exfoliación del grafito con ácido sulfúrico (H_2SO_4), permanganato de potasio ($KMnO_2$),

peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y ácido clorhídrico (HCL). Los autores determinaron que la dosis más eficiente para la remoción de aceites y grasas fue de 15 gr/L por un tiempo de 30 minutos con un porcentaje de remoción de 84%.

Ahora bien, Núñez, A. (2017), realiza su investigación con el objetivo de mejorar la calidad de las aguas residuales de una industria embotelladora de gaseosas por el método de la aplicación de las nano burbujas. Se tomó 3 muestras de 20 litros de agua residual, y le aplicó las nano burbujas por un tiempo de 45 minutos a una muestra y de 90 minutos a otra. El resultado se obtuvo una reducción de 8.4% respecto a la conductividad, de un 71.97% respecto a la turbidez, de un 99.89% respecto a la DBO_5 y de un 99.13% respecto a la DQO. Concluyó que este método es eficaz en la reducción de la carga orgánica de las aguas residuales de la planta embotelladora.

Por otro lado, Bendezu, L. (2017), en su investigación tuvo por objetivo reducir la dureza del agua subterránea, ubicada en Villa el Pina en el distrito de Comas por el método de la aplicación de la micro-nano burbuja. Para ello tomó 3 muestras las cuales sobrepasaban los límites máximo-permisibles siendo de 610, 600 y 602 ppm respectivamente. Después de aplicar inyecciones de micro-nano burbujas la reducción de la dureza del agua osciló entre 17 a 16%, solo la segunda muestra alcanzó 498 ppm, la cual alcanzó los LMP para consumo humano.

Por lo que refiere a Macassi, G. (2017), realiza su investigación en una planta de tratamiento de aguas, ubicada en el distrito de Concepción y propone la implementación de un sistema de aireación, mediante la colocación del tubo de Venturi en el tanque sedimentador el cual generará nano burbujas y así reducir los niveles de contaminación en el agua. Se obtuvo 79.92% de remoción de la DQO inyectando nano burbujas durante 8 horas con un caudal de 0.0347 L/s. Se concluye que después de las 8 horas de inyección no existe más remoción con el sistema de inyección de nano burbujas de aire.

Se debe agregar que Hernández, C. (2019), realizó su investigación en la laguna de oxidación de Pasca, donde utilizó el método de la inyección de

micro y nano burbujas con el objetivo de identificar el porcentaje de remoción de la carga orgánica en sus aguas. Se utilizó tres muestras de 25 litros obteniendo como resultado una reducción en los parámetros como sólidos disueltos totales, DQO, nitritos y nitratos en un 75% de la muestra inicial. Concluye en que el método de la inyección de micro y nano burbuja revierte el proceso de eutrofización.

A su vez Salguero, J. (2017), centró su investigación en determinar la eficiencia de reducción de DBO utilizando las micro-nano burbujas de aire y ozono, su trabajo lo realizó en la cuenca baja del río Chillón. En su muestra inicial determinó que la DBO era de 173 mg/L sobrepasando los estándares nacionales permitidos para agua de regadío, después de aplicado el tratamiento por un tiempo de 15 minutos, se observó una reducción de 66.86%, pero aún no fue suficiente para alcanzar los estándares de calidad de la categoría 4 que determina que la DBO no debe ser mayor a 10 mg/L.

Al mismo tiempo Cooper, et al. (2012). definen al grafeno como una sustancia de carbón con una estructura donde rigen los patrones hexagonales, es uno de los materiales más delgados obtenidos a la fecha por su única capa de átomos que posee, teniendo un espesor de 3.35×10^{-10} m. es prácticamente impermeable evitando el paso de otras sustancias o elementos. Se debe agregar que el químico sintético conocido como "Óxido de Grafeno", los cuales al fundirse eliminan eficazmente varios contaminantes que se encuentran en el agua (Griggs, & Medina, 2016).

Por otra parte (Al-Manhel & Al-Hilphy & Niamah, 2018), detallan que el quitosano, se obtiene de la quitina después de un proceso llamado "desacetilar" que consiste en tratar la quitina con un álcali fuerte en temperaturas superiores a los 100 °C, ello ocasiona que el grupo acetilo se desprenda de su estructura, obteniéndose el quitosano. Este posee múltiples aplicaciones, siendo una muy importante el de ser coagulante primario en el tratamiento de aguas residuales con alta turbidez y alcalinidad, así mismo tiene propiedades floculantes para la remoción de metales pesados. El filtro está compuesto de membranas de quitosano material que se encuentra en las conchas de los camarones (Elsayed, et al, 2018)

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada porque se utilizó conocimientos científicos ya estudiados con anterioridad sobre la aplicación del sistema de nanoburbuja con filtro de quitosano - óxido de grafeno, para la reducción de la DQO, en la cuenca baja del río Chillón, se adaptó esta técnica para reducir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a fin de mejorar la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón. Este tipo de investigación permitió generar nuevos descubrimientos o avances sobre la investigación básica.

Diseño de la investigación:

Al determinar en qué medida la aplicación del sistema de nano burbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno mejora la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón, esta investigación cumplió con los requisitos para ser de tipo cualitativa (Hernández, Fernández y Baptista. 2010).

Tuvo un nivel explicativo, porque se manipuló la variable independiente y se explicó la aplicación del sistema de nano burbujas de aire y el filtro de quitosano- óxido de grafeno para reducir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la cuenca baja del río Chillón. (Rahman, 2017).

Como existe alteración del medio de estudio la presente investigación cumplió con las condiciones para ser de tipo experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

GE: O1 → X → O2

GE: Grupo Experimental

O1: Pre test (Agua de la cuenca baja del río Chillón, sin tratamiento)

X: Tratamiento

O2: Post test (Agua de la cuenca baja del río Chillón, con tratamiento)

3.2. Variables y operacionalización.

VARIABLES: Hernández, Fernández y Baptista (2010, p. 143) y Briones (2002, p. 34), definen la variable como una propiedad que puede variar y medirse. “Una variable es una propiedad, característica o atributo que puede darse en ciertos sujetos o pueden darse en grados o modalidades diferentes (...) son conceptos clasificatorios que permiten ubicar a los individuos en categorías o clases y son susceptibles de identificación y medición”.

Variable Independiente: Sistema de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno.

Donde las burbujas de diámetro inferior a 1 μm se denominan nano burbujas y son muy estables debido a su movimiento horizontal en soluciones acuosas, lo que también hace que no se eleven a la superficie superior y exploten debido a la gran proporción de superficie a volumen (Gnanamani, et al, 2018). El filtro está compuesto de membranas de quitosano material que se encuentra en las conchas de los camarones (Elsayed, et al, 2018) y el químico sintético conocido como "óxido de grafeno", los cuales al fundirse eliminan eficazmente varios contaminantes que se encuentran en el agua (Griggs, & Medina, 2016).

Variable dependiente: Parámetros de la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón – Ventanilla 2021.

Se pueden definir como las características químicas, físicas y microbiológicas del agua, generalmente con respecto a su idoneidad para un uso designado (Gorde & Jadhav, 2013) Cada uno de estos usos designados tiene diferentes estándares químicos, físicos y biológicos definidos necesarios para respaldar ese uso (Ritabrata, 2018).

Operacionalización

Para la aplicación del tratamiento de la variable independiente fue necesario caracterización del sistema de nanoburbujas con filtro de quitosano –óxido de grafeno en la que se consideran las siguientes indicadores como: diámetro de burbuja (μm), tipo de gas (aire), presión de gas (atm), velocidad de ascenso (cm/s), presión interna (atm), número de burbujas por gota (unidad), tiempo de tratamiento (min), eficacia (%), cantidad de grafeno (g/L), diámetro de grafeno (μm), cantidad de quitosano (mg), tamaño de poro del filtro (μm), espesor del filtro (μm), diámetro del filtro (μm). (Ayala & Ponte, 2019) (Yongchen, 2017)

Mientras que la variable dependiente: se tienen las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la cuenca baja del río Chillón, como DBO5 (mgO₂/ L), aceites y grasas (mg/L), nitrógeno amoniacal (mg/L), pH (unidad), turbiedad (NTU), conductividad eléctrica ($\mu S/cm$), oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C), coliformes termotolerantes (NMP/100ml), coliformes totales (NMP/100ml). (Gorde & Jadhav, 2013) (Crini & Lichtfouse, 2018)

Se adjunta la matriz de operacionalización, ver en anexos, la ficha N°1: Matriz de Consistencia

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población: Las aguas de la cuenca baja del río chillón del distrito de Ventanilla en un volumen aproximado de 100 m³.

Para el volumen se tomará como referencia el cálculo utilizando la siguiente fórmula:

$$V = AD \times L$$

(ec.1) Fuente: Salguero, 2017

Dónde: V es el volumen / AD es el área / L Longitud.

Criterio de Inclusión: Se tendrá en cuenta de los ECAs para agua en la categoría 4 (Conservación del ambiente acuático) en especial los parámetros fisicoquímicos como: demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), aceites y grasas, nitratos, pH, turbiedad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), sólidos suspendidos totales, temperatura, y los parámetros microbiológicos como coliformes termotolerantes (NMP/100ml), los cuales son generados por las viviendas aledañas, la planta de tratamiento de agua del lugar y las descargas de residuos en la riveras de las aguas del río chillón cuenca baja del distrito de San Martín de Porres y del distrito de Ventanilla.

Criterio de Exclusión: Se tendrá en cuenta los parámetros o criterios de exclusión a los parámetros orgánicos, inorgánicos, plaguicidas y algunos parámetros fisicoquímicos como: aluminio (mg/L), arsénico (mg/L), bario (mg/L), otros nitratos(mg/L), nitritos(mg/L), fenoles(mg/L), cianuro libre, color, clorofila A, fosforo total, amoniaco total, nitrógeno total y los sulfuros de los tramos de las aguas del río chillón cuenca baja del distrito de Ventanilla.

Muestra: Para la realización del proyecto de aplicación de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno, se tomó en consideración como muestra representativa 40L las que se usarán en tres tiempos diferentes (30, 60 y 90 min).

Muestreo: La técnica de muestreo es probabilístico aleatorio ya que las muestras serán extraídas a criterio por el investigador.

Unidad de análisis: La unidad de análisis es 1 L de muestra de aguas de la cuenca baja del río Chillón respecto al volumen considerado en la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En la presente investigación se utilizaron diferentes tipos de técnicas e instrumentos para la recolección de los datos obtenidos como se detalla en la Tabla 1.

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

Fases	Fuente	Técnicas	Instrumentos	Resultados
Identificación de la zona de estudio	Aguas de la cuenca baja del río chillón.	Observación	Ficha N° 2 Registro de muestra	Zona de estudio identificado.
Análisis de la muestra ANTES del tratamiento.	Aguas de la cuenca baja del río chillón	Experimentación	Cadena custodia antes de tratamiento Registro de campo	Análisis de los parámetros físico químicos y biológicos de la muestra de agua.
Tratamiento de la muestra de agua por Nano burbujas de aire con filtro de quitosano – óxido de grafeno	Aguas de la cuenca baja del río chillón	Experimentación	Ficha N° 1 Registro de experimentación	Tratamiento de agua por debajo del ECA de agua para categoría 4
Análisis de resultado DESPUÉS del tratamiento	Aguas de la cuenca baja del río chillón	Experimentación	Ficha N° 3 Registro comparativos.	Eficiencia del tratamiento de la muestra

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. *Docentes o Profesionales que validaron los instrumentos de recolección de datos*

CARGO O INSTITUCIÓN DONDE LABORA	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	PORCENTAJE (%) DE VALORACIÓN
Docente- Ingeniero	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	130267	85
Docente – Ingeniero	Dr. Ordoñez Galvez Juan Julio	89972	90
Docente – Ingeniero	Dr. Elmer G. Benites Alfaro	71998	90

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos.

3.5.1. Fase I: Identificación de la zona de estudio.

Para el desarrollo de la investigación se tomó como zona de estudio el río chillón como principal medio contaminado por el vertido de aguas residuales, e industriales alterando la calidad del agua afectando directamente a las características fisicoquímicas y biológicas de este medio acuático. Así como se puede evidenciar en el resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua del río chillón realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del 26 de noviembre al 01 de diciembre del 2015 detallado en un informe técnico publicado en su repositorio institucional.

Zona de estudio:

- Distrito: Ventanilla
- Provincia: Lima
- Departamento: Lima
- Ubicación: Cuenca baja del río Chillón.
- Dirección: Carretera a ventanilla y orillas de río Chillón

- Altitud 89.1 msnm.
- Coordenadas: UTM.
 - N: 8679467
 - E: 268186

3.5.2. Fase II: Análisis de la muestra ANTES del tratamiento.

Se realizó la toma de las muestras de las aguas de la cuenca media del río chillón de acuerdo a los lineamientos del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, para ello se realizó lo siguientes pasos:

Paso 1: Para la toma de la muestra fue necesario usar los equipos de protección personal adecuados (Botas, guantes de nitrilo, mascarilla), ubicándose en el punto medio de la corriente principal donde la corriente es homogénea, se tomaron muestras siendo rotuladas y llevadas al laboratorio para su análisis como muestra de línea base y muestra en blanco, como se detalla en la Figura 1.



Figura 1. Toma de muestras

Paso 2: Las muestras fueron transportadas en un cooler a una temperatura de 15°C debidamente registrada en su cadena de custodia

de acuerdo al protocolo de monitoreo de agua a un laboratorio certificado por INACAL, como se muestra para mayor detalle en la Figura 2.



Figura 2. Conservación de las muestras

Paso 3: Una vez usados los equipos de muestreo se descontaminaron con agua destilada inmediatamente a fin de evitar contaminaciones y deterioro del equipo, como se detalla en la Figura 3.



Figura 3. Descontaminación de los equipos de medición

3.5.3. Fase III: Elaboración del Quitosano, Óxido de Grafeno y Filtro de Quitosano con Oxido de Grafeno

3.5.3.1. Elaboración del quitosano.

El proceso para la obtención de la Quitina y su conversión a Quitosano se detalla en la Figura 4.

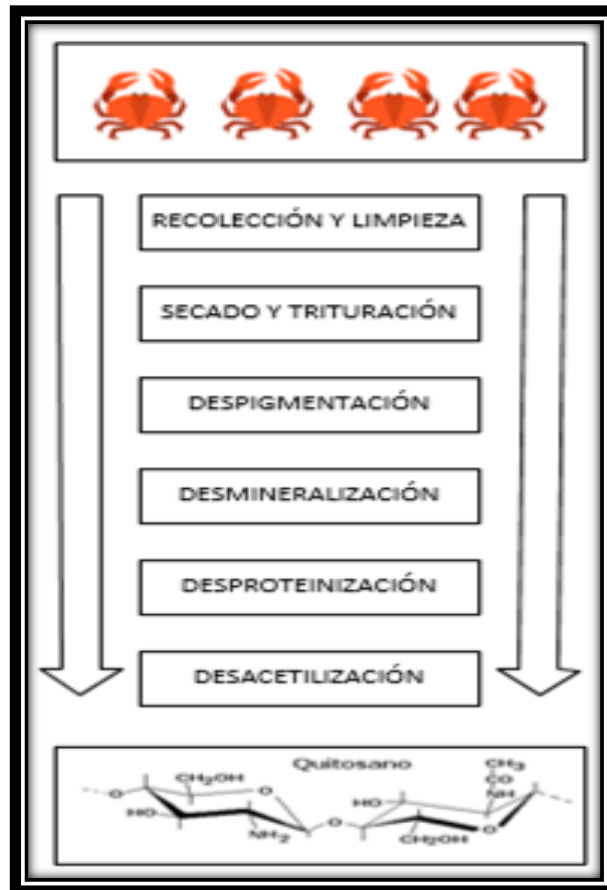


Figura 4. Proceso de obtención de quitosano
Fuente: Jhaveri, et al.,2021

3.5.3.1.1. Recolección y limpieza:

Se procedió a la recolección de los caparzones de crustáceos principalmente de los cangrejos del terminal de pesquero ubicado en la carretera Néstor Gambetta, provincia constitucional del Callao en una cantidad de 20kg cangrejos colocándolos en un recipiente estéril

para evitar cualquier tipo de contaminación y transportándolo en un cooler para realizar el proceso de limpieza y secado.

Se extrajo la pulpa (Comestible) de los caparazones de cangrejo y luego se realizó el proceso de lavado con abundante agua destilada, asegurando que no existiera ningún residuo de material orgánico y se colocaron en una bandeja para su secado a temperatura de ambiente 18° C por un periodo de 24 horas, tal como se evidencia en la Figura 5.



Figura 5. Recolección y Limpieza de los caparazones de cangrejo

3.5.3.1.2. Secado y trituración:

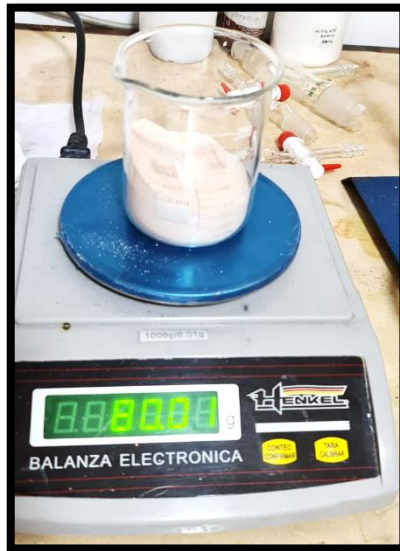
En un horno regulado a una temperatura de 125°C se procedió hacer el secado de los exoesqueletos obtenidos por un periodo de tiempo de 30 minutos para luego ser triturados y pesados en partículas finas, tal como se muestra para mayor detalle en la Figura 6.



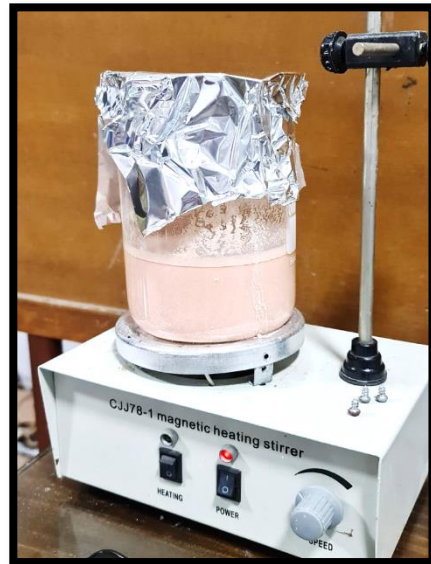
Figura 6. Secado y triturado de los exoesqueletos

3.5.3.1.3. Despigmentación:

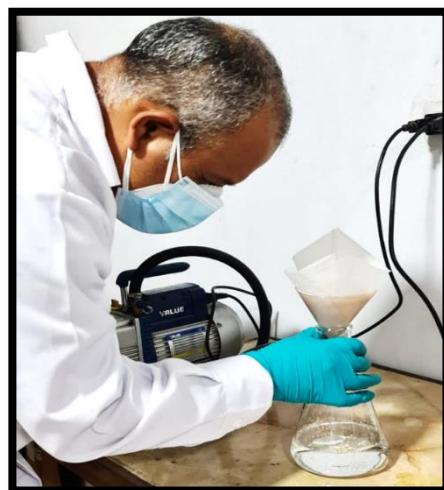
Se pesó en la balanza 80g de polvo de exoesqueleto de cangrejo, luego se agregó una solución de agua oxigenada al 0,5 –30 % y se colocó en agitación constante por 2 horas a temperatura de ambiente. Luego se filtró al vacío y se enjuago con agua destilada hasta que se obtuvo un pH neutro quedando un sólido seco, este proceso se detalla en la figura 7.



Se pesó 80 g de polvo de exoesqueleto de cangrejo



Se agitó constante por 2 horas



Filtración al vacío



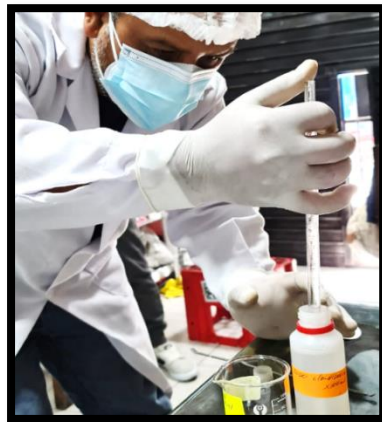
pH neutro

Figura 7. Proceso de despigmentación del exoesqueleto de cangrejo

3.5.3.1.4. Desmineralización.

El exoesqueleto que aún contenía minerales se colocó en un vaso precipitado de 250 mL y para ello se preparó 250 ml de solución de ácido clorhídrico (HCl) a una concentración de 1.8N con el propósito de poder desmineralizar la muestra de sustancias como el carbonato de calcio y los fosfatos de calcio, para ello se procedió a realizar la agitación constante en un tiempo de 1 hora.

Luego de la agitación se procedió a lavar con abundante agua destilada para eliminar el ácido clorhídrico hasta obtener un pH neutro para luego se filtró la muestra y se obtuvo un sólido seco, tal como se detalla en la Figura 8.



Preparación de 250 ml de solución de HCl a 1.8N



Agitación constante por 1 hora



Filtración y lavado con agua destilada



pH neutro

Figura 8. Proceso de desmineralización del exoesqueleto

3.5.3.1.5. Desproteínización.

En este proceso se realizó la separación de las proteínas de la muestra desmineralizada con una solución de 250 mL de NaOH 0.8N a una temperatura de 80°C por un periodo de tiempo de 4 horas en un agitador magnético. Luego de este proceso se procedió a lavar con abundante agua destilada hasta tener un pH neutro y por último se pasó por un papel filtro donde se obtuvo como resultado la quitina, tal como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Proceso de la desproteínización

3.5.3.1.6. Desacetilación.

La quitina resultada de la desproteínización se pasó por un proceso de desacetilación con una solución de 250 mL de NaOH a 13N, en una agitación constante por cuatro horas a temperatura de 100°C, tal como se muestra en la Figura 10.

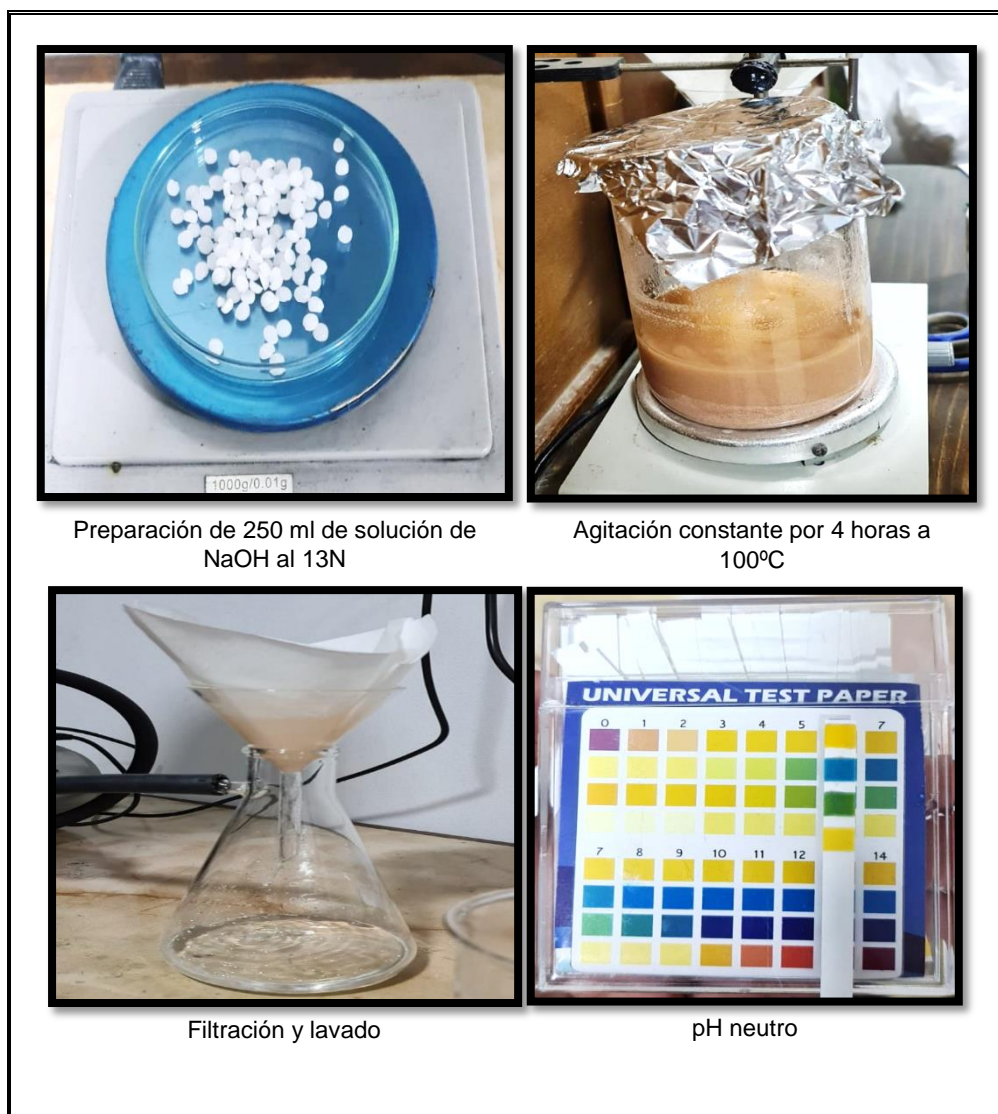


Figura 10. Proceso de la desacetilación

3.5.3.1.7. Obtención del quitosano

Lo obtenido del anterior proceso se colocó en el horno a una temperatura de 150°C por una hora, al término se obtuvo el quitosano. A fin de probar si lo obtenido era quitosano se solubilizó en ácido

acético al 5%, para luego filtrarlo y se observó que lo retenido era una proporción menor al 20 %, lo cual era señal que el producto es bueno.

3.5.3.2. Elaboración del óxido de grafeno.

El óxido de grafeno se obtuvo después que el grafito fue sometido a 6 procesos tal como se detalla la Figura 11.

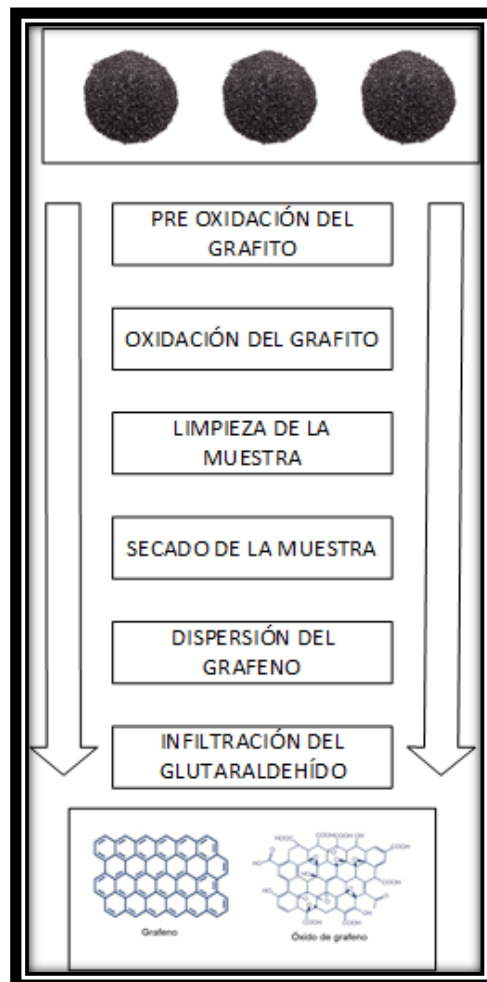


Figura 11. Proceso de elaboración del óxido de grafeno

Fuente: LING, 2019

3.5.3.2.1. Pre-Oxidación del grafito.

En un matraz se agregó 20 g de polvo de grafito y 50 mL de H₂SO₄ al 30% y se colocó en un baño frío con hielo a una temperatura de 5°C en

agitación constante y continua durante un periodo de 2 horas. Luego se agregó 5 gramos de NaNO_3 . Este proceso se detalla en la Figura 12.



Pesado de polvo de grafito



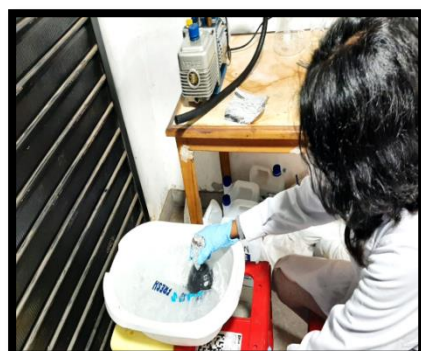
Temperatura 5°C



Agitación constante por 2 horas



Pesado de NaNO_3



Agitación

Figura 12. Proceso de pre-oxidación del grafito

3.5.3.2.2. Oxidación del grafito.

Se añadió 10 gramos KMnO_4 , en agitación y en baño frío, dentro de la solución de forma lenta (1 gramo de KMnO_4 cada 6 minutos), luego se agitó la mezcla por un periodo de 2 horas en baño de hielo.

Se retiró del baño de hielo y se siguió agitando por 10 minutos. Luego se añadió 250 mL de agua desionizada gota a gota a la solución y se agitó durante 2 horas hasta que se obtuvo una coloración marrón clara.

Se agregó 25 mL de H_2O_2 al 30 % gota a gota a la mezcla hasta que adquirió un color amarillento y se agitó por 1 hora. Luego se agregó 200 mL de agua desionizada y se siguió agitando por 1 hora. Se decantó la solución por 4 horas y se filtró al vacío, finalmente se obtuvo un sólido que fue el óxido de grafito, El proceso se detalla en la Figura 13.

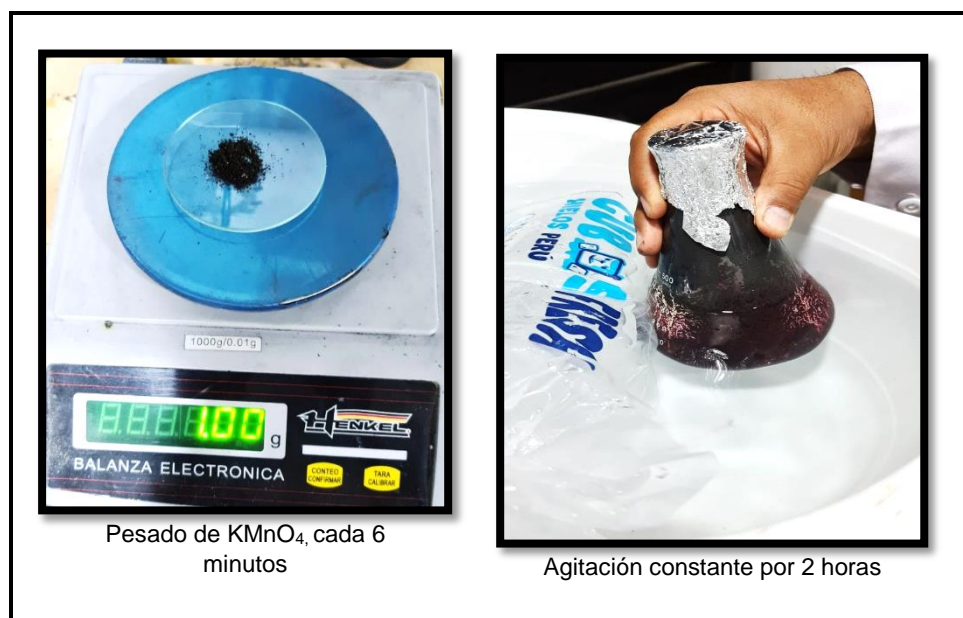


Figura 13. Proceso de oxidación del grafito

3.5.3.2.3. Limpieza de la mezcla de óxido de grafeno (OG)

Luego se lavó el sólido filtrado en una relación de 1:10 de HCl al 5% en agua destilada. El sólido resultante se siguió lavado varias veces con agua destilada hasta que se obtuvo uno con una coloración marrón más oscura.

Se sometió 200 mL de agua más el óxido de grafeno obtenido a ultrasonido durante 2 horas. El óxido de grafeno se solubilizó en agua, tal como se muestra en la Figura 14.



Panel del Ultrasonido

Muestra del óxido de grafeno en el Ultrasonido

Figura 14. Limpieza de la mezcla de óxido de grafeno

3.5.3.2.4. Secado de la muestra.

Se secó a temperatura ambiente por 48 horas, y se obtuvo el óxido de grafeno reducido, como se evidencia en la Figura 15.



Figura 15. Secado de la muestra.

3.5.3.3. Elaboración del filtro de quitosano -óxido de grafeno

3.5.3.3.1. Dispersión del grafeno

Se introdujeron 15 ml de agua desionizada, 15 ml de ácido acético y 16 g de grafeno, en un vaso precipitado de 500 ml. Luego se colocaron en baño de ultrasonidos durante 30 minutos. Esto se hizo para que las moléculas de grafeno quedaran perfectamente dispersas, tal como se muestra en la Figura 17.



Moléculas de óxido de grafeno dispersas

Panel del Ultrasonido

Figura 16. Dispersión del grafeno

3.5.3.3.2. Introducción del quitosano y homogenización

Luego se introdujo el ligante, 4 g de quitosano, y se movió constantemente con un imán en un mezclador durante 5 horas. Esto hizo más homogénea la mezcla. Una vez que se homogenizó la mezcla, se introdujo de nuevo en el baño de ultrasonido por 4 horas a temperatura de 60°C, así como se muestra en la Figura 18.



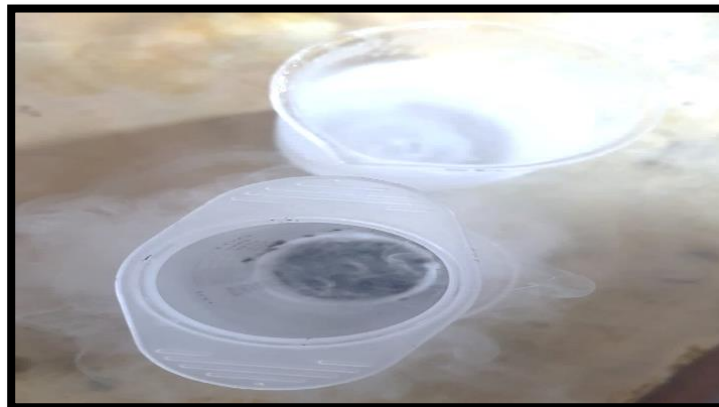
Pesado del quitosano

Proceso de Homogenización

Figura 17. Introducción del quitosano y homogenización

3.5.3.3.3. Aplicación de nitrógeno líquido

Para eliminar el agua y el ácido acético del óxido de grafeno, se le agregó el nitrógeno líquido, y se dejó a temperatura ambiente toda una noche, tal como se muestra en la Figura 19.



Muestra de óxido de grafeno con nitrógeno líquido

Figura 18. Aplicación de nitrógeno líquido

3.5.3.3.4. Infiltración de glutaraldehído.

En este punto, ya se habían conseguido las esponjas de grafeno, pero se necesitaba un ligante que hiciera que el agua no destruya la esponja, por tal motivo se realizó la infiltración del glutaraldehído en la esponja de grafeno.

Para lo cual se colocó en un matraz el glutaraldehído, y encima el molde con el filtro del quitosano- óxido de grafeno abierto, el cual se cubrió con papel aluminio, a fin de que el vapor ingresara al filtro. De esta manera se calentó por contacto el matraz hasta que se evaporó el líquido y ascendió por el óxido de grafeno situado arriba, donde condensó y quedó infiltrado, así como se muestra en la Figura 16.



Figura 19. Infiltración de glutaraldehído.

3.5.4. FASE IV Tratamiento de la muestra de agua por Nanoburbujas de aire con filtro de quitosano – óxido de grafeno.

3.5.4.1. Preparación del sistema.

Para la investigación fue necesario ensamblar el sistema de tratamiento y asegurar que todas las conexiones estuviesen debidamente aseguradas para evitar cualquier tipo de incidentes en la operación.

- ✓ Se agregó los 40 Litros de agua del río chillón cuenca baja en el tanque de almacenamiento de acero inoxidable del sistema de tratamiento de nanoburbujas con el filtro de quitosano - óxido de grafeno.
- ✓ Se verificó que las válvulas estuvieran debidamente abiertas en la succión y descarga de la electrobomba de 0.5 hp de potencia, así como se habilitó el suministro del cuadro eléctrico del sistema.
- ✓ Se determinó el caudal a usar en el sistema, de acuerdo a la ec. 2, y se realizó tres ensayos de acuerdo a lo indicado en la tabla N° 3.

Cálculo de caudal del sistema nano burbujas.

$$Q=V / t$$

(ec 2) Fuente: Ventura, (2017)

Siendo:

Q (caudal),

V (volumen)

t (tiempo).

Tabla 3: *Calculo del caudal*

Potencia Motor	A 20.00 Hz	A 40.00 Hz	A 60.00 hz
V (mL)	500 mL	500 mL	500 mL
t	00:41.22	00:31.77	00:21.51
Q(mL/s)	12.2	16.1	23.8
Q(L/s)	0.0122	0.0161	0.0238

Fuente: elaboración propia

- ✓ Después de hacer el cálculo del caudal recomendado se tomó como referencia el caudal de 0.0161 L/s a 40 Hz, se utilizó las condiciones medias, para realizar los ensayos correspondientes.
- ✓ Se verificaron las conexiones del compresor de aire para que el suministro de aire al sistema fuese debidamente controlado y evitar cualquier incidente con la presión del aire.
- ✓ Se reguló la presión del aire del compresor de aire a 70 psi de ingreso a constante al generador de nano burbujas.
- ✓ Se aseguró la muestra en el sistema y se colocó el filtro de quitosano - óxido de grafeno, luego se abrió la válvula y se sacó el producto tratado para su verificación.

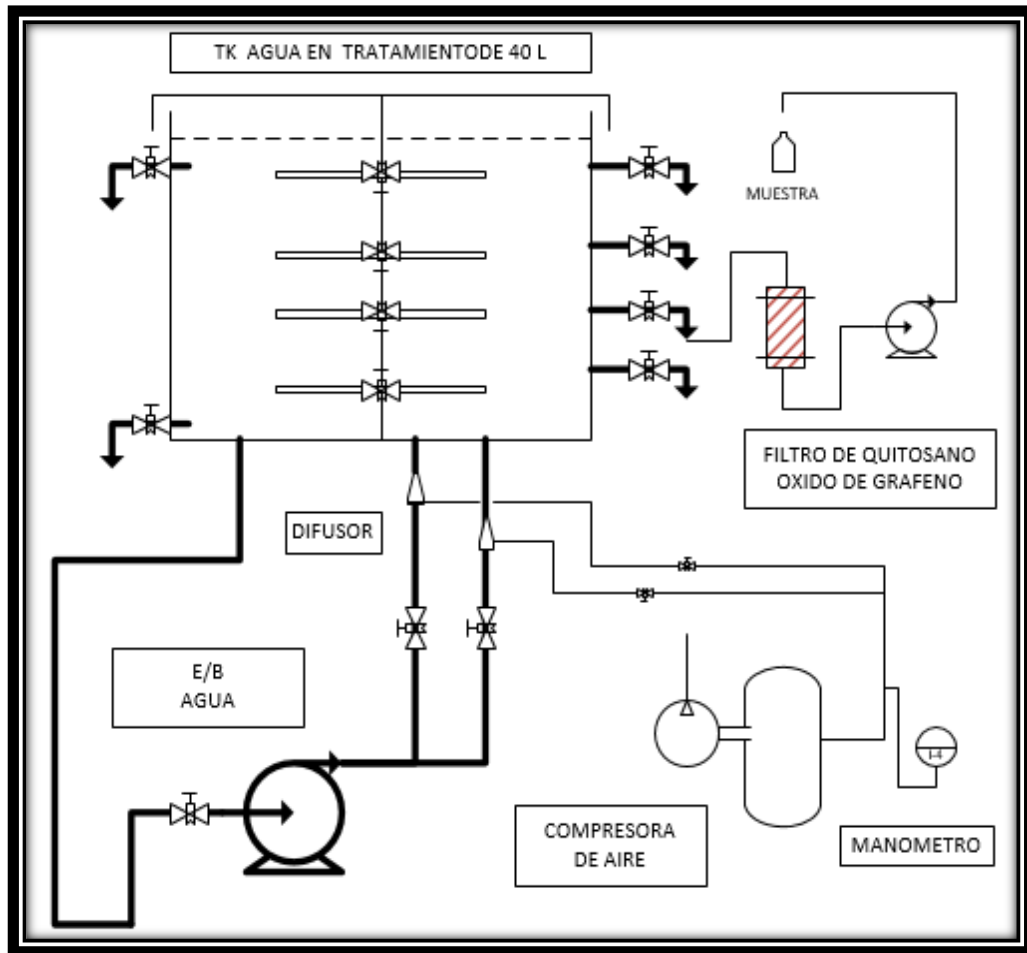


Figura 20. Sistema de tratamiento de nano burbujas

3.5.4.2. Puesta en servicio del sistema.

- ✓ Se puso en servicio el sistema de nanoburbujas de aire conectando la llave de encendido en el tablero principal y verificando la puesta en marcha de la electrobomba, el compresor de aire a la vez, luego se verificó el variador de velocidad y la circulación del líquido por el sistema controlando las fugas de agua.
- ✓ Se registró la hora de inicio del proceso de circulación en los instrumentos de recolección de datos del número de ensayo realizado.
- ✓ Se verificó el flujo de agua en el sistema y la presión de aire suministrada por la compresora de aire.
- ✓ Se monitoreó el proceso y se abrió la válvula de ingreso al filtro de quitosano – oxido de grafeno y luego se dejó pasar por un

- espacio de 30 minutos y se sacó una muestra de agua en un recipiente rotulado como M1 para ser evaluado por el laboratorio.
- ✓ Después de sacar la muestra M1 se encendió nuevamente el sistema por un espacio de 30 minutos y se sacó una muestra de agua en un recipiente rotulado como M2 para ser evaluado por el laboratorio.
 - ✓ Por ultimo después de retirar la muestra M2 se encendió el sistema por un espacio de 30 minutos y se sacó una muestra de agua en un recipiente rotulado como M3 para ser evaluado por el laboratorio.

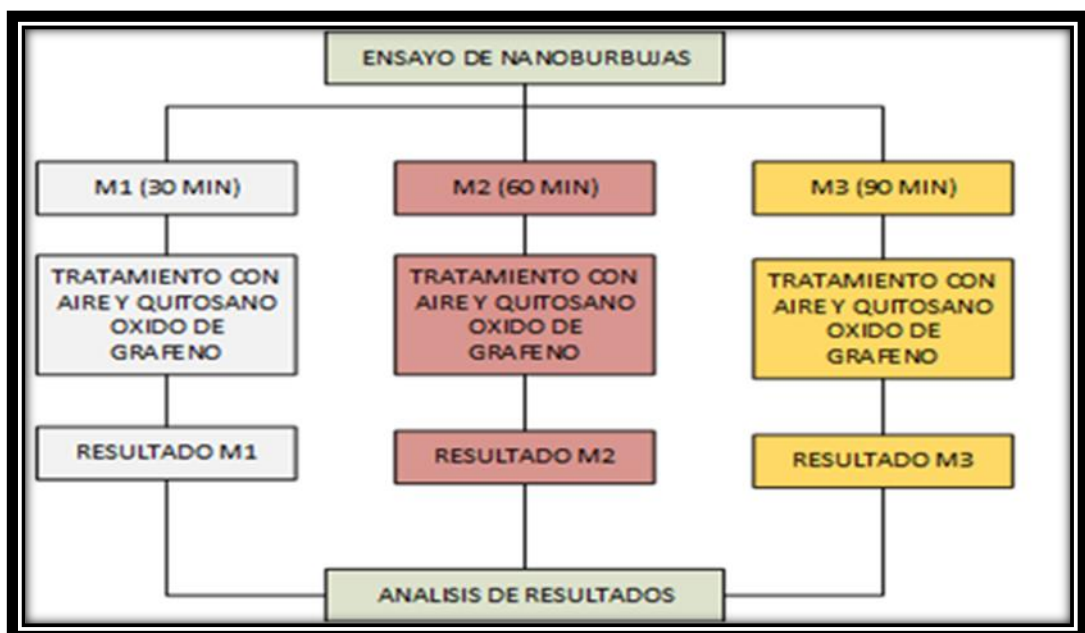


Figura 21. Esquema del ensayo

3.5.5. FASE V Análisis de resultado después del tratamiento

- ✓ Los recipientes fueron rotulados y sellados herméticamente en recipientes para cada parámetro que serán entregados a un laboratorio TYPASA, empresa debidamente certificado por INACAL
- ✓ Se envió los frascos de acuerdo a los estándares para su análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos solicitados.

- ✓ Se obtuvieron los resultados del laboratorio y con ellos se realizó un análisis de línea base de las muestras tratadas en los tres tiempos determinados.
- ✓ Para el análisis de los resultados se usó el programa microsoft excel 2018, así como cuadros y barras para la interpretación de los resultados obtenidos.
- ✓ Los resultados y el análisis se registraron en el informe final del experimento desarrollado.

3.5.5.1. Caracterización de las nanoburbujas.

Para la caracterización de las nanoburbujas fue necesario utilizar un microscopio BOECO GERMANY modelo N-120 con objetivo de 10X y 40X, para una mejor resolución y desarrollo se realizó la medición con un software digitalcam.lnk instalado en un computador en la que se obtuvieron mediciones de las burbujas como:

- Cantidad de nanoburbujas en una gota de agua fue igual a 46.

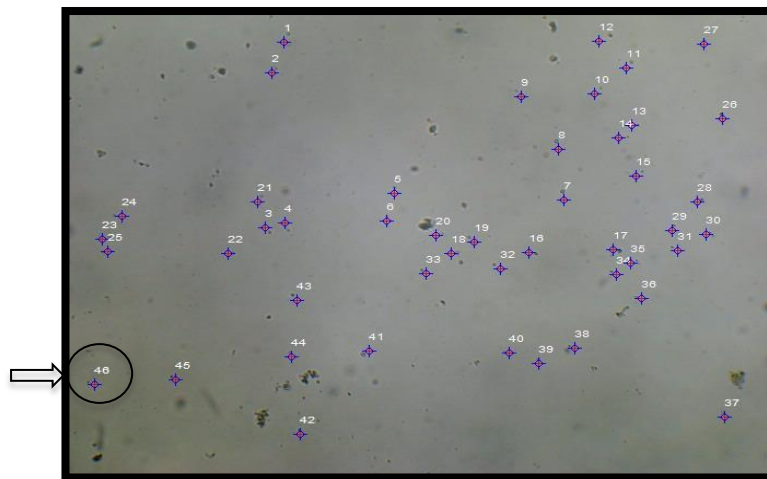


Figura 22. Cantidad de las burbujas

- Medición de las nanoburbujas con el software digitalcam.lnk para poder tomar algunas capturas de las dimensiones para poder caracterizarlos.

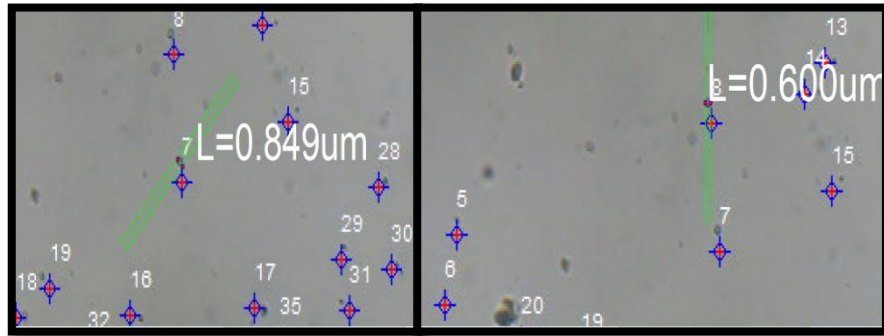


Figura 23. Medición del tamaño de las nano burbujas

Para determinar el diámetro promedio de las burbujas se usó una tabla excel determinando que la burbuja promedio es de 571 µm cómo se puede observar en la Tabla 04 y Tabla 05.

Tabla 3: Diámetros de las nano burbujas

Medidas de las nanoburbujas (µm)	Medidas de las nanoburbujas (nm)	Cantidad de nanoburbujas
S=0.283µm²	S=283nm ²	9
R=0.300µm	R=300nm	
D=0.600µm	D=600nm	
S=0.126µm²	S=126nm ²	16
R=0.200µm	R=200nm	
D=0.400µm	D=400nm	
S=0.503µm²	S=503nm ²	7
R=0.400µm	R=400nm	
D=0.800µm	D=800nm	
S=0.567µm²	S=567nm ²	1
R=0.425µm	R=425nm	
D=0.849µm	D=849nm	
S=0.158µm²	S=158nm ²	5
R=0.224µm	R=224nm	
D=0.447µm	D=447nm	
S=0.314µm²	S=314nm ²	4
R=0.316µm	R=316nm	
D=0.632µm	D=632nm	

S=0.063μm^2	S=63nm²	2
R=0.142μm	R=142nm	
D=0.283μm	D=283nm	
S=0.243μm^2	S=243nm²	2
R=0.278μm	R=278nm	
D=0.556μm	D=556nm	
total		46

Fuente: Elaboración propia

Calculando el promedio de las medidas de las nano burbujas tenemos que el promedio es de 571 nm

Tabla 4. *Cálculo de diámetro promedio de las nanoburbujas*

Cantidad de nanoburbujas	Medidas de las nanoburbujas (nm)
9	600
16	400
7	800
1	849
5	447
4	632
2	283
2	556
Promedio	571

Fuente: Elaboración propia

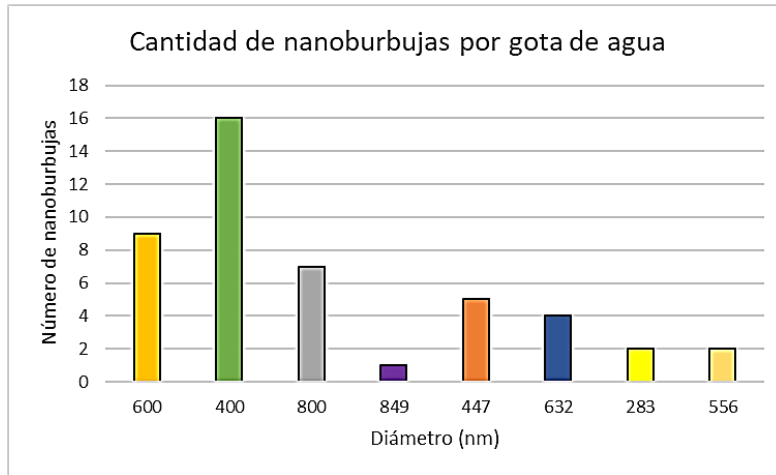


Figura 24. Representación gráfica de los tamaños y cantidad de nano burbujas.

En la Figura 24 se puede observar la distribución y cantidades de las nano burbujas siendo el de menor diámetro 2 de 283 um y 1 de 849 um siendo el de 400 um el de mayor cantidad 16 en una gota de agua.

Velocidad de ascenso de las nano burbujas

$$V = \frac{p g d^2}{18 \mu} \quad (\text{ec.3}) \text{ Fuente: Hengzhen, 2014}$$

Donde:

V: velocidad ascendente = 2.69×10^{-7} m/s

p: densidad del líquido = 998.2 Kg/m^3

g: aceleración gravitacional = 9.8 m/s^2

d: diámetro de la nanoburbujas = $571 \text{ nm} = 5.71 \times 10^{-7} \text{ m}$

μ : viscosidad del líquido = $1.005 \times 10^{-3} \text{ Kg/ms}$

Reemplazando

$$V = \frac{998.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (5.71 \times 10^{-7} \text{ m})^2}{18 \times 1.005 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{ms}}}$$

$$V = 1.76310140 \times 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Redondeando el resultado para una mejor apreciación de la velocidad de ascenso se tomó el resultado de $1.77 \times 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ para la velocidad de ascenso.

Presión de la nano burbuja

$$P_{nb} = P_l + \frac{4\sigma}{d_{nb}} \quad (\text{ec .4}) \text{ Fuente: Hengzhen, 2014}$$

Donde:

P_{nb} : presión de la nanoburbuja = 7.44 atm

P_l : presión del líquido = $p \cdot g \cdot h = 998.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0.25 \text{ m} = 2.41 \text{ atm}$

σ : tensión superficial del líquido = $0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

d_{nb} : diámetro de la nanoburbuja = $5.71 \times 10^{-7} \text{ m}$

Reemplazando

$$P_{nb} = 2.41 \text{ atm} + \frac{4 \times 0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{5.71 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

$$P_{nb} = 2.41 \text{ atm} + 5.03 \text{ atm}$$

$$P_{nb} = 7.44 \text{ atm}$$

Resultados de la caracterización de las burbujas:

- Cantidad de burbujas en una gota de agua = 46
- Diámetro promedio de las nano burbujas = 571 μm
- Velocidad de ascenso = $1.76310140 \times 10^{-7} \text{ ms}$
- Presión de la nanoburbuja = 7.44 atm

3.5.5.2. Caracterización del óxido de grafeno.

Para la caracterización del óxido de grafeno fue necesario utilizar un microscopio BOECO GERMANY modelo N-120 con objetivo de 10X y 40X, para una mejor resolución y desarrollo se realizó la medición con un software digitalcam.Ink instalado en un computador en la que se obtuvieron mediciones como:

Partícula mayor mide 1.166 μm y la partícula menor mide 0.894 μm siendo el promedio entre estas muestras representativas un promedio de 1.030 μm

Diámetro promedio del óxido de grafeno reducido:

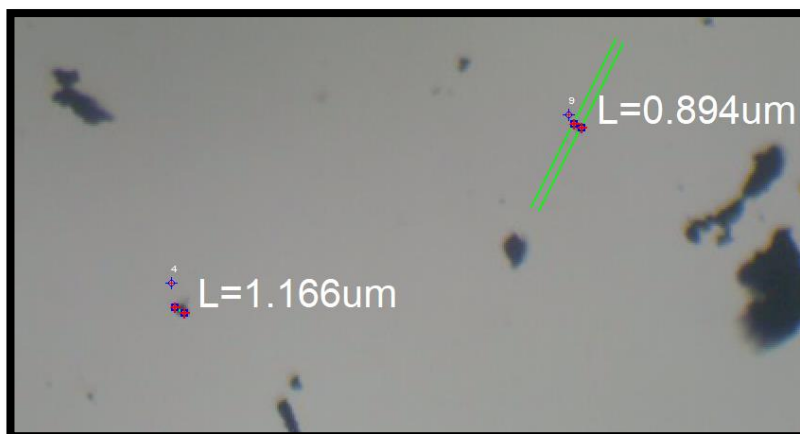


Figura 25. Medición de tamaño del óxido de grafeno reducido

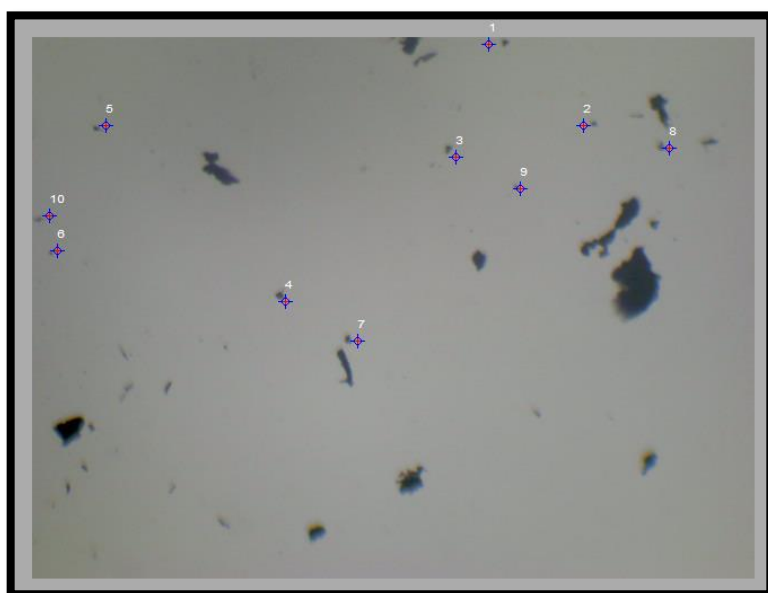


Figura 26. Conteo del óxido de grafeno reducido de un tamaño homogéneo

3.5.5.2.1. Espectrofotómetro. Para hacer las mediciones fue necesario usar el espectrofotómetro de UV visible de la marca LOOBA modelo L6S. Se preparó una muestra en blanco con agua destilada llevando a cero para luego hacer las mediciones, luego se preparó una solución de 0.400 g de óxido de grafeno reducido con 100 mL de agua destilada y se disolvió de forma homogénea por un minuto dejando que esta se pudiera sedimentar por 5 minutos aproximadamente. (Davies, P. et al., 2016) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Mediciones del espectrofotómetro

Muestra	Longitud de onda ~	Absorbancia (A)
1	300	1.1101
2	350	0.1071
3	400	0.0981
4	450	0.0892
5	500	0.1058
6	550	0.0829

Fuente: Elaboración propia

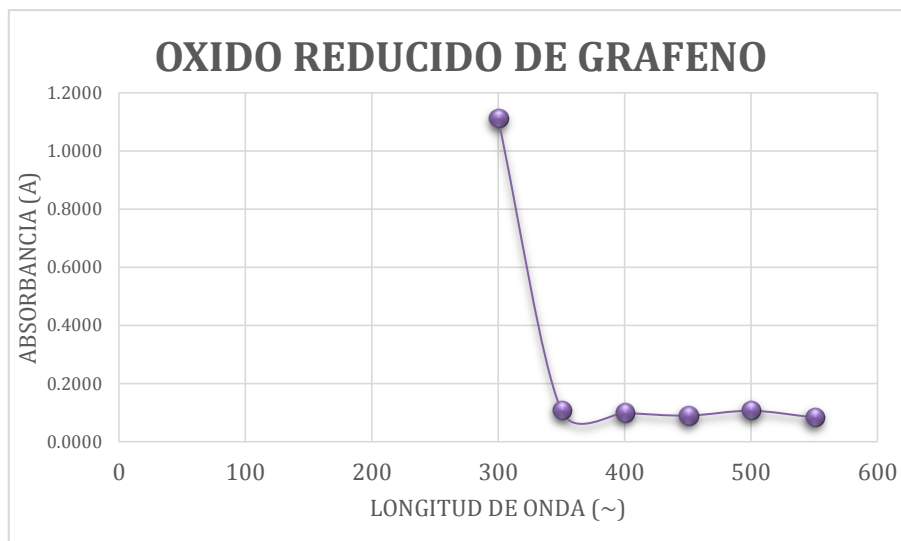


Figura 27. Representación de óxido de grafeno reducido

En la Figura 27 como se puede observar se realizó 6 mediciones de la absorbancia y la longitud de onda en la que es visible el pico en la muestra 1 de 300 de longitud de onda se eleva a 1.1101 A.

3.5.5.2.2. Resultados de la caracterización del óxido de grafeno reducido.

- Cantidad de óxido de grafeno en 0.010 g = 10
- Diámetro promedio del óxido de grafeno = 1.030 μm
- Absorbancia = 1.1101

3.5.5.3. Caracterización de Quitosano.

Para la caracterización del quitosano fue necesario utilizar un microscopio BOECO GERMANY modelo N-120 con objetivo de 10X y 40X, para una mejor resolución y desarrollo se realizó la medición con un software digitalcam.Ink instalado en un computador en la que se obtuvieron mediciones como:

Quitosano en medidas de 4.252 μm , 4.050 μm y 5.517 μm como se puede apreciar en la Figura 28.

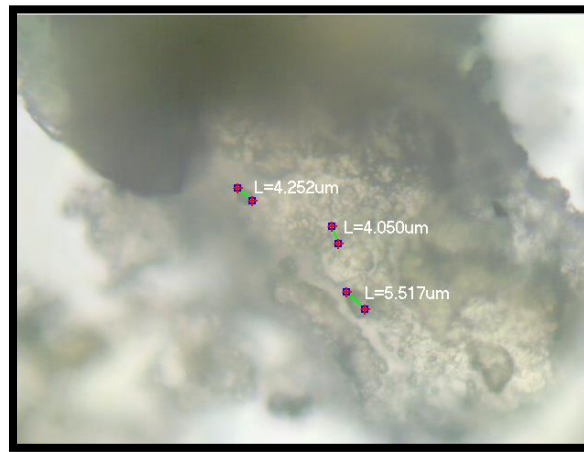


Figura 28. Caracterización del quitosano

3.5.5.3.1. Tamaño de partículas del quitosano.

El tamaño promedio de las partículas es de 4.6063 μm las más representativas que se usaron en el ensayo. Por otro lado, en la figura 29, se puede observar en una ampliación la estructura de una partícula del quitosano

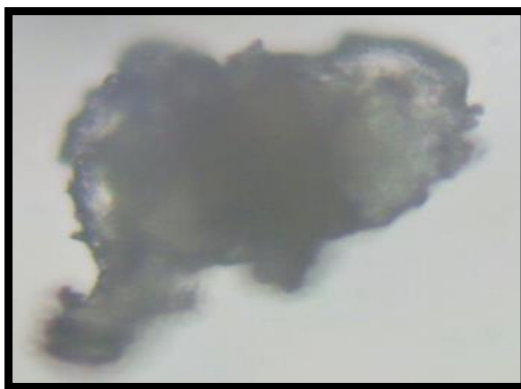


Figura 29. Ampliación de la estructura del quitosano

3.6. Método de análisis de datos.

La estadística descriptiva permite la recolección y análisis de un conjunto de datos, con la finalidad de determinar las características y el comportamiento de la población o de la muestra, mediante el uso tablas, gráficos, discusiones o resúmenes. Otra definición que recibe la estadística descriptiva es la de un resumen simple que permite representar la tendencia central de una serie de datos recolectados. (Batanero y Díaz, 2011).

3.7. Aspectos éticos

La ética es un proceso que el investigador llevará a lo largo de toda su vida profesional, el cual requiere poner en práctica los valores de integridad y honestidad en los trabajos de investigación que comparta con la sociedad (Doemeny y Knerr, 2017, p. 32).

El investigador se rigió en el código de ética, reglamento y resolución rectoral N° 0089-2019/UCV de la Universidad Cesar Vallejo, respetando la autoría de las investigaciones consultadas, así como la veracidad en los datos obtenidos. Además, se empleó el software Turnitin como herramienta para verificar su originalidad.

IV. RESULTADOS.

4.1 Resultados analíticos

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas del río Chillón antes y después del tratamiento con el sistema de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno, se detallan en cada uno de los parámetros evaluados que se presentan a continuación, de acuerdo a los análisis reportados por el laboratorio. (Anexo: Resultados de laboratorio, informe de ensayos)

De acuerdo a lo observado en los análisis reportados y su comparación con los parámetros del ECA nacional del agua para la categoría 4 conservación de ambiente acuático en la subcategoría E2: Ríos – costa y sierra, en los parámetros de las muestras tratadas con el sistema de nano burbujas de aire con filtro de quitosano – oxido grafeno se encuentra lo siguiente:

4.1.1. Resultados obtenidos de Potencial de hidrogeno. (pH)

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Potencial de hidrogeno (pH), se detallan en la Tabla N°6.

Tabla 6 Resultados analíticos de Potencial de hidrogeno

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA (Categoría 4)	Resultados			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
pH	ud. pH	6.5 a 9.0	7.54	4.33	8.4	8.87
Cumple el ECA			SI	NO	SI	SI

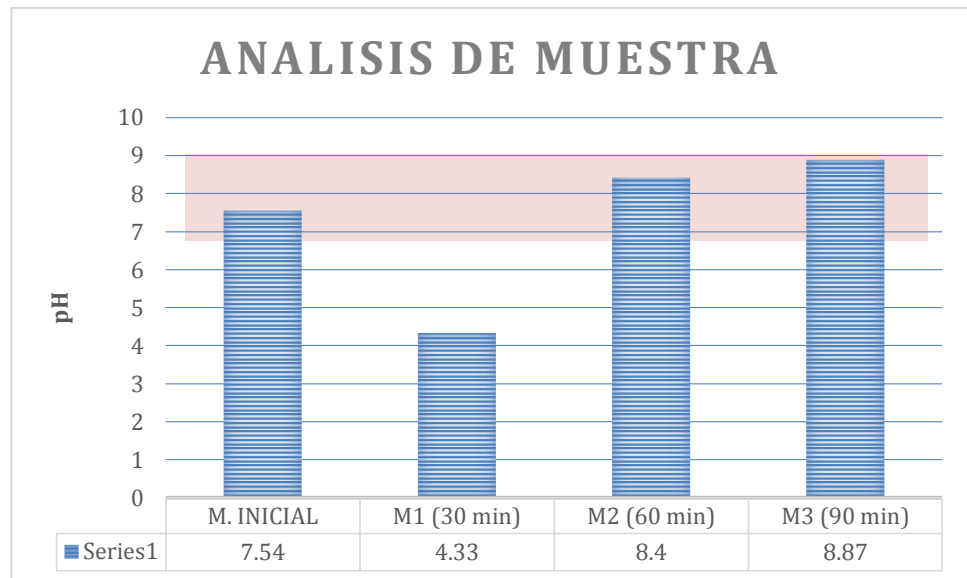


Figura 30. Resultados de pH después del tratamiento

Interpretación: En la M2 y M3 se logró obtener el aumento del pH de la muestra cumpliendo con los parámetros establecidos por el ECA en la categoría 4 conservación del ambiente acuático E2: Ríos – costa y sierra según DS 004-2017 -MINAM, logrando eficiencia en la muestra M2 y M3.

4.1.2. Resultados obtenidos de la Temperatura del agua.

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Temperatura del Agua (°C), se detallan en la Tabla N°7.

Tabla 7. Resultados analíticos de Temperatura

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultados			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Temperatura del agua	°C	Δ3	25.3	19.5	18.4	19.5
Cumple el ECA			NO	SI	SI	SI

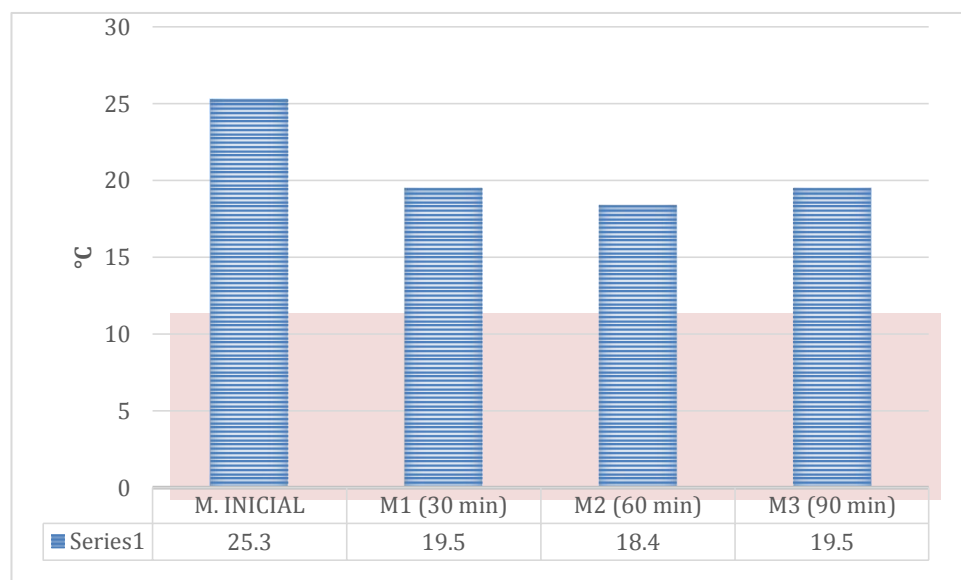


Figura 31. Resultados de Temperatura después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en la muestra inicial el parámetro de temperatura es de 25.3 °C obteniendo un resultado menor en la muestra M2 de 18.4 °C generando una reducción de 6.9 °C lo cual es significativo para el tipo de agua tratada. Se logró en las tres muestras reducir la temperatura del agua del río, lo cual ayuda a que tenga mayor cantidad de oxígeno disuelto y así favorecer a las especies acuáticas que viven en el río.

4.1.3. Resultados obtenidos de Conductividad a 25°C:

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Conductividad a 25° C, se detallan en la Tabla N°8.

Tabla 8. Resultados analíticos de conductividad

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultados			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Conductividad	uS/cm	1000	2200	1419	846	839
Eficiencia	%			35.50	61.54	61.86

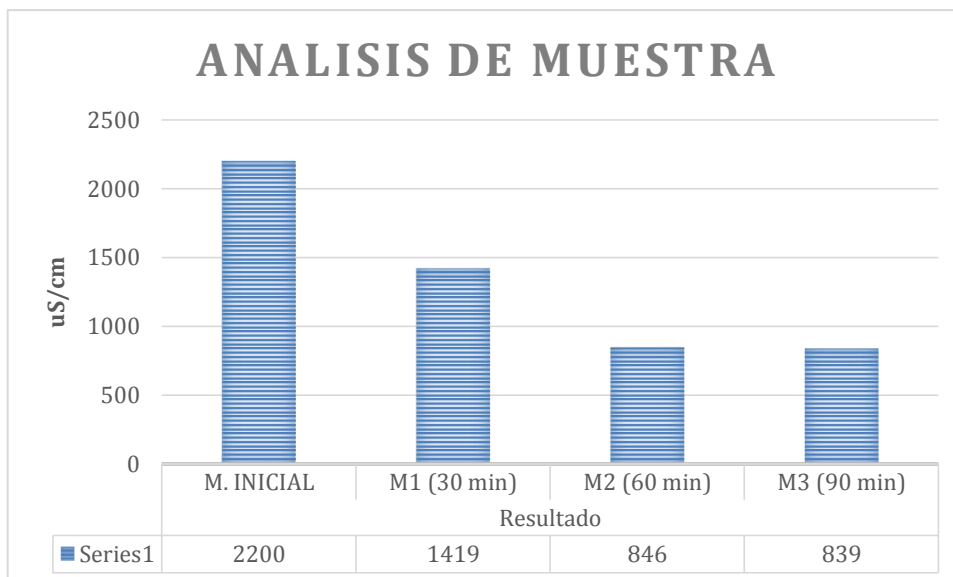


Figura 32. Resultados de Conductividad después del tratamiento

Interpretación: El tratamiento fue efectivo en la muestra M1, M2 y M3 con un porcentaje de eficiencia en la M3 de un 61.86 %, de esta manera se reduce el parámetro de conductividad por debajo de los estándares de calidad de agua categoría 4 conservación del ambiente acuático E2: Ríos – costa y sierra.

4.1.4. Resultados obtenidos de Oxígeno disuelto:

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Oxígeno Disuelto (mg O₂/L), se detallan en la Tabla N°9.

Tabla 9. Resultados analíticos de Oxígeno disuelto

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	≥ 5	1.1	2.89	5.14	8.67
Cumple el ECA			NO	NO	SI	SI

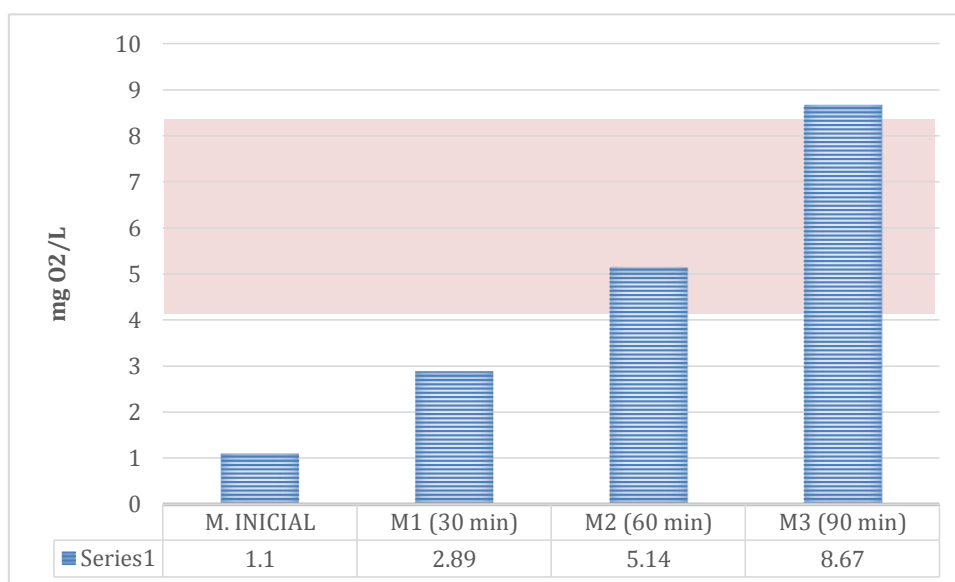


Figura 33. Resultados de Oxígeno disuelto después del tratamiento

Interpretación: En la muestra inicial se obtiene 1.1. mg O₂/L, aplicando el tratamiento se observa que hay un aumento del parámetro de óxido disuelto en M1, M2 y M3, según los parámetros establecidos en DS 004-2017-MINAM, nos dice que debe ser ≥ 5 y de esta manera comprando los valores se observa su efectividad del tratamiento del agua del río Chillón.

4.1.5. Resultados obtenidos de Aceites y grasas

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Aceites y grasas, se detallan en la Tabla N°10.

Tabla 10. Resultados analíticos de aceites y grasas

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Aceite y grasas	mg aceite y grasa /L	5	33.1	< 5	< 5	< 5
Cumple el ECA			NO	SI	SI	SI
Eficiencia			87%	87%	87%	87%

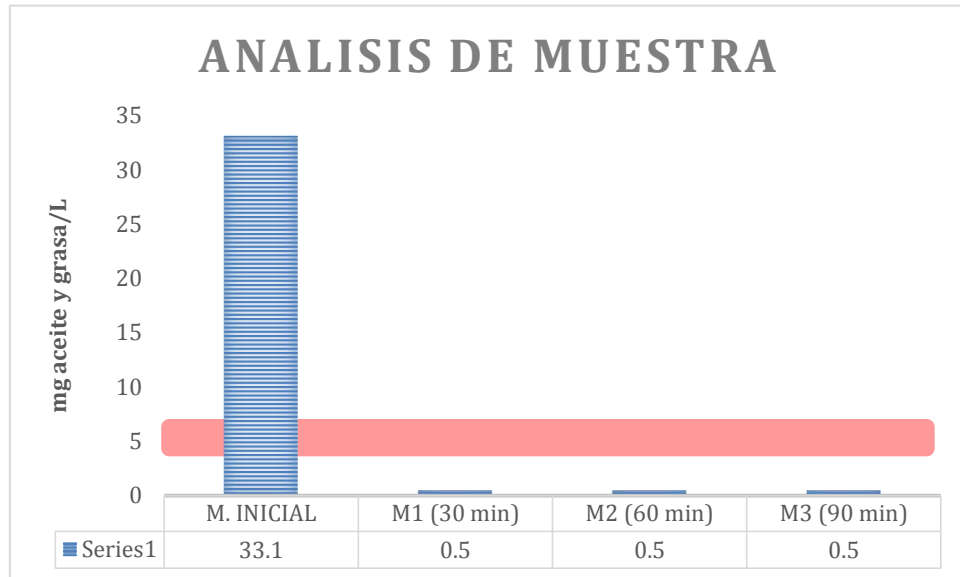


Figura 34. Resultados de Aceites y Grasas después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en la muestra inicial se obtiene 33.1 mg de aceite y grasa /L y aplicando el tratamiento se obtiene valores < 5, esto representa que si es efectivo el tratamiento con el sistema de nanobubujas y filtro de quitosano-oxido de grafeno para la reducción de aceite y grasas. El tratamiento permite llevar el parámetro por debajo de los estándares de calidad de agua categoría 4 conservación del ambiente acuático E2: Ríos – costa y sierra.

4.1.6. Resultados obtenidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro DBO se detallan en la Tabla N°11.

Tabla 11. Resultados analíticos de DBO

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Demanda Bioquímica de oxígeno"	mg O2/L	10	295.6	478.9	38.7	211.4
Cumple el ECA			NO	NO	NO	NO

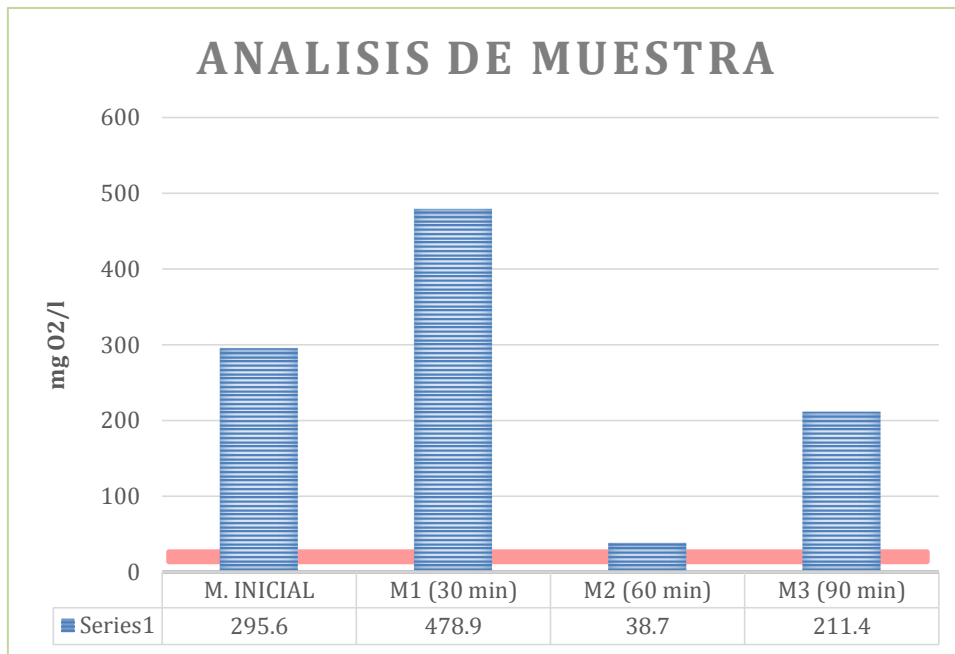


Figura 35. Resultados de DBO después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en la muestra inicial se tiene 295.6 mg O₂/L y al aplicar el tratamiento está en la M1 a 30 minutos aumenta significativamente a 478.9 mg O₂/L por lo mismo que el sistema de nanoburbujas inyecta moléculas de oxígeno generando este aumento sin embargo en la M2 y M3 tenemos una disminución que podemos asumir como un error en la manipulación de la toma de muestra y análisis de este.

4.1.7. Resultados obtenidos de Nitrógeno Amoniacal

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro nitrógeno amoniacal, se detallan en la Tabla N°12.

Tabla 12. Resultados analíticos de nitrógeno amoniacal

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3- N/L		47.20	21.10	18.40	13.10
	Eficiencia			55.29%	61.01%	72.24%

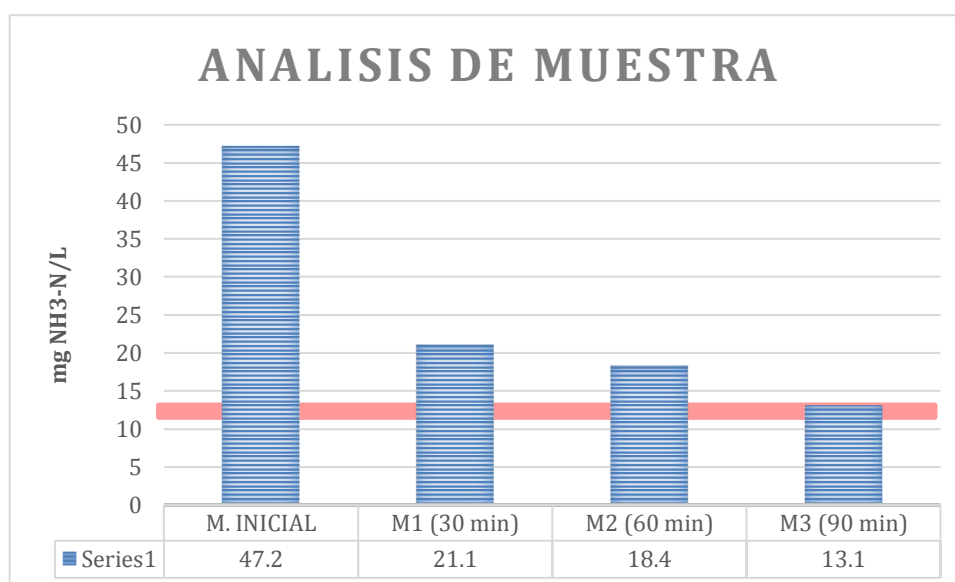


Figura 36. Resultados de nitrógeno amoniacal después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en la muestra inicial de Nitrógeno Amoniacal se tiene 47.20 mg NH3-N/L al aplicar el tratamiento en M1, M2 y M3 existe la reducción del contaminante obteniendo una eficiencia de 72.24 % en la M3 en un tiempo de 90 minutos

4.1.8. Resultados obtenidos de Turbidez

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Turbidez, se detallan en la Tabla N°13.

Tabla 13. Resultados analíticos de Turbidez

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Turbidez	NTU		210	3.74	12	10.20
Eficiencia				98.21%	94.28%	95.14%

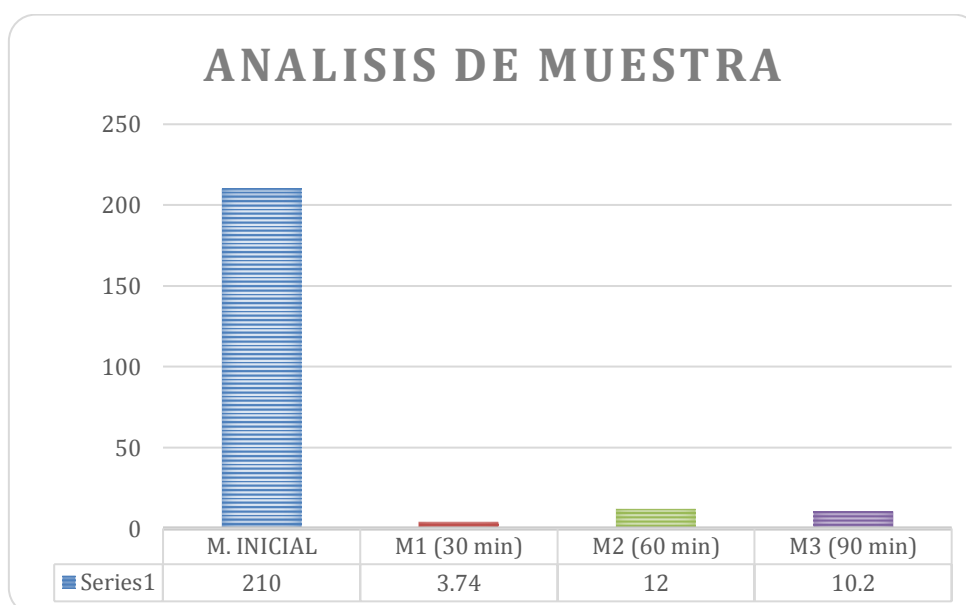


Figura 37. Resultados de Turbidez después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en la muestra inicial se tiene 210 NTU al aplicar el tratamiento en M1, M2 y M3 existe la reducción del contaminante obteniendo una eficiencia de 98.21% en la M1 en un tiempo de 30 minutos. Esto demuestra la eficacia del quitosano como coagulante para el tratamiento de agua.

4.1.9. Resultados obtenidos de Coliformes fecales o termotolerantes

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Coliformes fecales o termotolerantes, se detallan en la Tabla N°14.

Tabla 14. Resultados analíticos de coliformes fecales o termotolerantes

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/10 0 mL	2000	7 900 000	920 000	130 000	240
Cumple el ECA				SI	SI	SI
Eficiencia				88.35 %	98.35 %	99.99 %

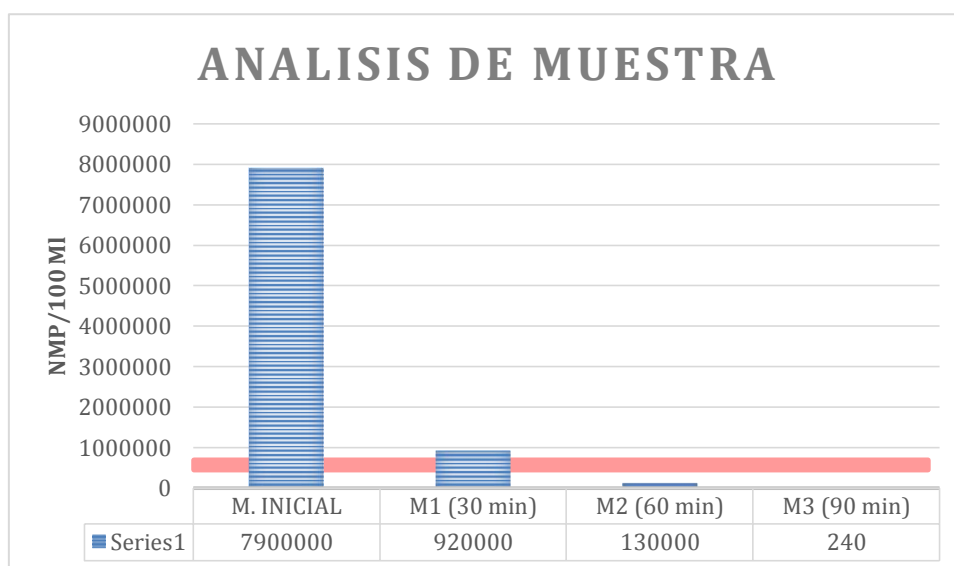


Figura 38. Resultados de coliformes fecales después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en el monitoreo inicial de la muestra se tiene 7 900 000 NMP/100 mL y al aplicar el tratamiento en M1, M2 y M3 existe la reducción del Coliformes fecales obteniendo una eficiencia de 99.99% en la M3 en un tiempo de 90 minutos. Utilizar el filtro de quitosano con oxido de grafeno aumento la eficiencia al tratamiento ya que estos cuentan con esa propiedad antimicrobiana dentro de sus características.

4.1.10. Resultados obtenidos de Coliformes totales

Los valores obtenidos en la investigación respecto al parámetro Coliformes totales, se detallan en la Tabla N°15.

Tabla 15. Resultados analíticos de coliformes totales

RESULTADOS ANALÍTICOS						
Parámetro	Unidad	ECA agua (Categoría 4)	Resultado			
			M. INICIAL	M1 (30 min)	M2 (60 min)	M3 (90 min)
Coliformes totales	NMP/100 mL		17 000 000	2 400 000	2 400 000	240
	Eficiencia			85.88 %	85.88 %	99.99 %

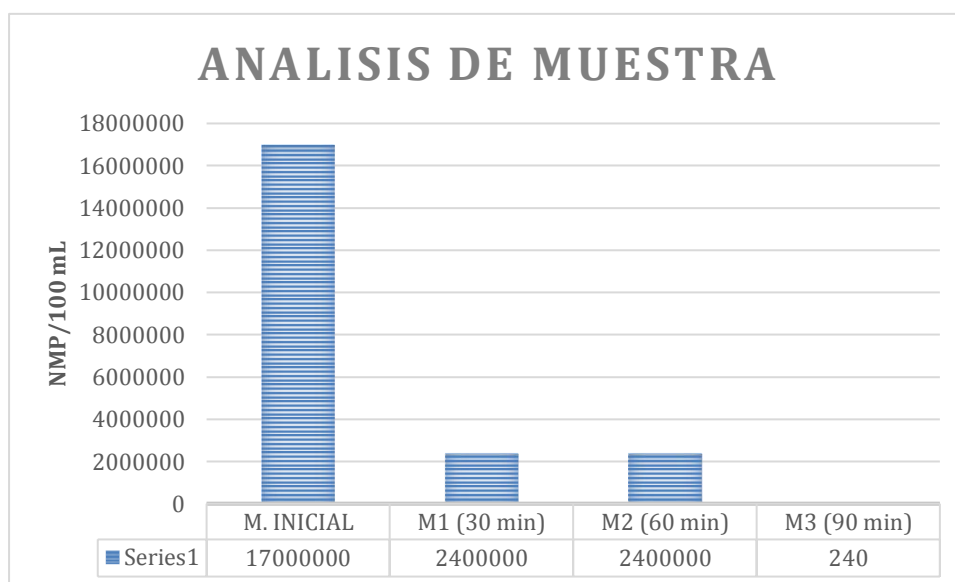


Figura 39. Resultados de coliformes totales después del tratamiento

Interpretación: Se puede observar que en el monitoreo inicial de la muestra se tiene 17 000 000 NMP/100 mL y al aplicar el tratamiento en M1, M2 y M3 existe la reducción del Coliformes totales obteniendo una eficiencia de 99.99% en la M3 en un tiempo de 90 minutos. Pasar el proceso de tratamiento por un filtro de quitosano con oxido de grafeno tienen esa propiedad antimicrobiana y de esta manera se puede observar las eficiencias del tratamiento.

4.2. Contrastación de la Hipótesis

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

4.2.1. Hipótesis específica 1

H1. La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 se ajustan a una distribución normal.

Ho. La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 se ajustan a una distribución NO normal.

Tabla 16. Datos de los parámetros fisicoquímicos obtenidos de las muestras antes y después del tratamiento

Muestras	Temp (C°)	pH (1-14)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	OD (mg O ₂ /L)	TURBIDEZ (NTU)	DBO5 (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)
Inicial	25.3	7.54	2200	1.1	210	295.6	33.1
M1-30	19.5	4.33	1419	2.89	3.74	478.9	≤ 5
M2-60	18.4	8.40	846	5.14	12.0	38.7	≤ 5
M3-90	19.5	8.87	839	8.67	10.2	211.4	≤ 5

Tabla 17. Resumen del procesamiento de los casos de la hipótesis específica N°1

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH final	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
CE final	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
OD final	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
Turbidez final	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
DBO5 final	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
Aceites y Grasas final	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Tabla 18. Procesamiento de los datos descriptivos de la hipótesis específica N°1

			Estadístico	Error típ.	
pH final	Media		7,2850000	1,02276178	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,0301155		
		Límite superior	10,5398845		
	Media recortada al 5%		7,3611111		
	Mediana		7,9700000		
	Varianza		4,184		
	Desv. típ.		2,04552357		
	Mínimo		4,33000		
	Máximo		8,87000		
	Rango		4,54000		
	Amplitud intercuartil		3,62000		
	Asimetría		-1,590		1,014
	Curtosis		2,514		2,619
CE final	Media		1326,000000	321,4672093	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	302,947867		
		Límite superior	2349,052133		
	Media recortada al 5%		1304,500000		
	Mediana		1132,500000		

	Varianza		413364,667	
	Desv. típ.		642,9344186	
	Mínimo		839,0000	
	Máximo		2200,0000	
	Rango		1361,0000	
	Amplitud intercuartil		1164,0000	
	Asimetría		1,110	1,014
	Curtosis		,017	2,619
OD final	Media		4,450000	1,6314768
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-,742087	
		Límite superior	9,642087	
	Media recortada al 5%		4,401667	
	Mediana		4,015000	
	Varianza		10,647	
	Desv. típ.		3,2629537	
	Mínimo		1,1000	
	Máximo		8,6700	
	Rango		7,5700	
	Amplitud intercuartil		6,2400	
	Asimetría		,654	1,014
	Curtosis		-,290	2,619
Turbidez final	Media		58,9850	50,36956
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-101,3134	
		Límite superior	219,2834	
	Media recortada al 5%		53,6644	
	Mediana		11,1000	
	Varianza		10148,369	
	Desv. típ.		100,73911	
	Mínimo		3,74	
	Máximo		210,00	
	Rango		206,26	
	Amplitud intercuartil		155,15	
	Asimetría		1,993	1,014
	Curtosis		3,976	2,619
DBO5 final	Media		256,1500	91,49724
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-35,0350	
		Límite superior	547,3350	
	Media recortada al 5%		255,8556	
	Mediana		253,5000	
	Varianza		33486,977	
	Desv. típ.		182,99447	
	Mínimo		38,70	

	Máximo		478,90	
	Rango		440,20	
	Amplitud intercuartil		351,20	
	Asimetría		,081	1,014
	Curtosis		,483	2,619
			12,025000	7,0250000
	Media			
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	-10,331685	
	la media al 95%	Límite superior	34,381685	
	Media recortada al 5%		11,244444	
	Mediana		5,000000	
	Varianza		197,403	
Aceites y Grasas final	Desv. típ.		14,0500000	
	Mínimo		5,0000	
	Máximo		33,1000	
	Rango		28,1000	
	Amplitud intercuartil		21,0750	
	Asimetría		2,000	1,014
	Curtosis		4,000	2,619

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Para realizar el análisis inferencial de una hipótesis se realiza inicialmente la prueba de normalidad para constatar el comportamiento de los datos recolectados, en este caso los parámetros fisicoquímicos evaluados en las muestras, y verificar si provienen de una distribución normal o no; se observa que son menos de 30 datos, muestra pequeña, por lo cual se procede con el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si: $P\text{value} > \alpha=0.05$; Siguen una distribución normal. (paramétricos).

Si: $P\text{value} < \alpha=0.05$; No siguen una distribución normal. (no paramétricos).

Tabla 19. Pruebas de normalidad de la Hipótesis específica N°1

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH inicial-final	,300	4	.	,848	4	,221
CE inicial-final	,272	4	.	,857	4	,248
OD inicial-final	,184	4	.	,974	4	,864
Turbidez inicial-final	,430	4	.	,663	4	,004
DBO5 inicial-final	,165	4	.	,997	4	,991
Aceites y Grasas inicial-final	,441	4	.	,630	4	,001

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Como el p-value es mayor en pH, CE, OD Y DBO5 que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) los datos se ajustan a una distribución normal, son **paramétricos**; y p-value es menor en Turbidez y aceites y grasas, entonces los datos no se ajustan a una distribución normal, lo que indica que los datos son **no paramétricos**.

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

4.2.2. Hipótesis específica 2

H1. La concentración de los parámetros microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 se ajustan a una distribución normal.

Ho. La concentración de los parámetros microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021 se ajustan a una distribución NO normal.

Tabla 20. Datos de los parámetros microbiológicos obtenidos de las muestras antes y después del tratamiento

Muestras	Coliformes fecales		Coliformes totales	
	(NMP/100 mL)	Eficiencia %	(NMP/100 mL)	Eficiencia %
Inicial	7900000		17000000	
M1-30	920000	88,35	2400000	85,88
M2-60	130000	98,35	240000	85,88
M3-90	240	99,99	240	99,99

Tabla 21. Resumen del procesamiento de los casos de la hipótesis específica N°2

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Coliformes fecales	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%
Coliformes totales	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Tabla 22. Procesamiento de los datos descriptivos de la hipótesis específica N°2

		Estadístico	Error típ.	
Coliformes fecales	Media	2237560,0000	1898389,69136	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-3803963,2593	
		Límite superior	8279083,2593	
	Media recortada al 5%	2047275,5556		
	Mediana	525000,0000		
	Varianza	1441553368106		
	Desv. típ.	6,666		
	Mínimo	3796779,38272		
	Máximo	240,00		
	Rango	7,90E+006		
	Amplitud intercuartil	7899760,00		
			6122320,00	

Coliformes totales	Asimetría		1,933	1,014
	Curtosis		3,757	2,619
	Media		4910060,0000	4065944,36799
	Intervalo de confianza para	Límite inferior	-8029589,6314	
	la media al 95%	Límite superior	17849709,6314	
	Media recortada al 5%		4511164,4444	
	Mediana		1320000,0000	
	Varianza		6612761441439	
	Desv. típ.		9,990	
	Mínimo		8131888,73598	
	Máximo		240,00	
	Rango		1,70E+007	
	Amplitud intercuartil		16999760,00	
	Asimetría		13289820,00	
	Curtosis		1,898	1,014
		3,622	2,619	

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 23. Pruebas de normalidad de la Hipótesis específica N°2

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coliformes fecales	,386	4	.	,715	4	,517
Coliformes totales	,371	4	.	,731	4	,525

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$; Siguen una distribución normal.

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$; No siguen una distribución normal.

Como el p-value es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

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

4.2.3. Hipótesis específica 3

H1. El tiempo utilizado en mejorar la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla se ajusta a una distribución normal.

Ho. El tiempo utilizado en mejorar la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla se ajusta a una distribución NO normal.

Tabla 24. Datos de los tiempos utilizados en el tratamiento para mejorar la calidad del agua

	Tiempo (min)	Coliformes totales (NMP/100 mL)
M0	0	17000000
M1	30	2400000
M2	60	240000
M3	90	240

Tabla 25. Resumen del procesamiento de los casos de la hipótesis específica N°3

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
Coliformes fecales	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
Coliformes totales	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Tabla 26. *Procesamiento de los datos descriptivos de la hipótesis específica N°3*

		Estadístico	Error típ.	
Tiempo	Media	2,5000	,64550	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,4457	
		Límite superior	4,5543	
	Media recortada al 5%	2,5000		
	Mediana	2,5000		
	Varianza	1,667		
	Desv. típ.	1,29099		
	Mínimo	1,00		
	Máximo	4,00		
	Rango	3,00		
	Amplitud intercuartil	2,50		
	Asimetría	,000	1,014	
	Curtosis	-1,200	2,619	
	Coliformes fecales	Media	2237560,0000	1898389,69136
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	-3803963,2593	
		Límite superior	8279083,2593	
Media recortada al 5%		2047275,5556		
Mediana		525000,0000		
Varianza		1441553368106		
Desv. típ.		6,666		
Mínimo		3796779,38272		
Máximo		240,00		
Rango		7,90E+006		
Amplitud intercuartil		7899760,00		
Asimetría		6122320,00	1,014	
Curtosis		1,933	2,619	
Media		3,757	4065944,36799	
Coliformes totales	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-8029589,6314	
		Límite superior	17849709,6314	
	Media recortada al 5%	4511164,4444		
	Mediana	1320000,0000		
	Varianza	6612761441439		
	Desv. típ.	9,990		
		8131888,73598		

Mínimo	240,00	
Máximo	1,70E+007	
Rango	16999760,00	
Amplitud intercuartil	13289820,00	
Asimetría	1,898	1,014
Curtosis	3,622	2,619

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Tabla 27. Pruebas de normalidad de la Hipótesis específica N°3

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo	,151	4	.	,993	4	,972
Coliformes fecales	,386	4	.	,715	4	,517
Coliformes totales	,371	4	.	,731	4	,525

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$, Siguen una distribución normal. (paramétrico)

Si Pvalue < $\alpha=0.05$, No siguen una distribución normal. (no paramétrico)

Como el p-value es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajuntan a una distribución normal, son **paramétricos**.

Hipótesis general

H1: La aplicación del sistema de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno mejora la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla – 2021.

Ho: La aplicación del sistema de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno NO mejora la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla - 2021.

Para el contraste mediante medias de muestras relacionadas se utiliza la **prueba T**

Tabla 28 . Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	Coliformes fecales	2237560,0000	4	3796779,38272	1898389,69136
Par 2	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	Coliformes totales	4910060,0000	4	8131888,73598	4065944,36799
Par 3	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	pH final	7,2850000	4	2,04552357	1,02276178
Par 4	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	CE final	1326,000000	4	642,9344186	321,4672093
Par 5	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	OD final	4,450000	4	3,2629537	1,6314768
Par 6	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	Turbidez final	58,9850	4	100,73911	50,36956
Par 7	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	DBO5 final	256,1500	4	182,99447	91,49724
Par 8	Tiempo	2,5000	4	1,29099	,64550
	Aceites y Grasas final	12,025000	4	14,0500000	7,0250000

Tabla 29. Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Tiempo y Coliformes fecales	4	-,833	,167
Par 2	Tiempo y Coliformes totales	4	-,844	,156
Par 3	Tiempo y pH final	4	,509	,491
Par 4	Tiempo y CE final	4	-,935	,065
Par 5	Tiempo y OD final	4	,988	,052
Par 6	Tiempo y Turbidez final	4	-,758	,242
Par 7	Tiempo y DBO5 final	4	-,489	,511
Par 8	Tiempo y Aceites y Grasas final	4	-,775	,225

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para las correlaciones de muestras relacionadas:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$ los grupos son homogéneos.

Si Pvalue < $\alpha=0.05$ los grupos no son homogéneos.

Tabla 30. Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilat eral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tiempo - Coliformes fecales	-2237557,50	3796780,46	1898390,23	-8279082,47	3803967,46983	-1,179	3	,024
Par 2	Tiempo - Coliformes totales	-4910057,50	8131889,83	4065944,91	-17849708,87	8029593,86508	-1,208	3	,014
Par 3	Tiempo - pH final	-4,78	1,78	,89	-7,62	-1,95451561	-5,380	3	,013
Par 4	Tiempo - CE final	-1323,50	644,14	322,07	-2348,47	-298,5270559	-4,109	3	,026
Par 5	Tiempo - OD final	-1,95	1,99	,99	-5,13	1,2298728	-1,952	3	,046
Par 6	Tiempo - Turbidez final	-56,48	101,72	50,86	-218,35	105,37519	-1,111	3	,048
Par 7	Tiempo - DBO5 final	-253,65	183,63	91,81	-545,84	38,54457	-2,763	3	,040
Par 8	Tiempo - Aceites y Grasas final	-9,52	15,07	7,54	-33,51	14,4581256	-1,264	3	,026

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2021*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$ se acepta la H_0

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$ Se rechaza H_0

Observando las significancias, notamos que son menor de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

V. DISCUSIÓN.

Las muestras de agua obtenidas de la cuenca baja del río Chillón que fueron tratadas con el sistema de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno, presentaron con respecto a los parámetros de conductividad en el agua, la mayor eficiencia de 61.86% en la muestra N°3, la cual fue sometida a 90 minutos de tratamiento, con una línea de tendencia creciente. Ahora bien, Núñez, A. (2017), presenta que para tratar aguas residuales de una industria embotelladora de gaseosas, aplico solo las nano burbujas en los mismos periodos de tiempo del experimento en estudio, donde solo se pudo obtener una reducción de 8.4% respecto a la conductividad eléctrica.

En este contexto otro de los parámetros evaluados fue la concentración de aceites y grasas, donde los resultados iniciales de las muestras arrojaron un valor de 33.1 mg/L, el cual está por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Categoría 4. Después de aplicar el tratamiento de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno a nuestras muestras, se obtuvo un valor < 5 , lo cual refiere una eficiencia de 87%. Estos resultados superaron a los obtenidos por Jaramillo, M. (2018), quien utilizo solo al oxido de grafeno para el tratamiento de aguas residuales de un centro de lavado de autos, donde se evidencia una eficiencia de 84% en la remoción de aceites y grasas.

Así mismo se evaluó la Turbidez presente en las muestras, con una concentración inicial de 210 NTU, al ser aplicado el tratamiento en las muestras el resultado más favorable fue una remoción de 98.21% a los 30 minutos. En cambio, Marey, (2019), que solo aplico diferentes concentraciones de quitosano que oscilaron entre 12-66 mg/L, obtuvo una remoción del 91.8%. Lo que demuestra la mayor eficiencia que posee el sistema de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno en la remoción de Turbidez.

Se observa que el óxido disuelto inicialmente se encuentra por debajo del valor establecido en DS 004-2017-MINAM (que dice que debe ser ≥ 5), luego de ser sometida la muestra al tratamiento, se presenta un comportamiento creciente en las M1, M2 y M3 lográndose que a partir de los 60 minutos (M2) se encuentre dentro de los parámetros establecidos; de esta manera se demuestra la efectividad del tratamiento del agua del río Chillón.

Inicialmente la muestra en estudio presentó un nitrógeno amoniacal de 47,20 mg NH₃-N/L, en la cual se observó que al aplicar el tratamiento en M1, M2 y M3 existió una reducción creciente del contaminante obteniendo una eficiencia de 72,24 % a un tiempo de 90 minutos. Hernández, C. (2019), en su investigación con el método de la inyección de micro y nano burbujas en la laguna de oxidación de Pasca, logró una reducción en los parámetros como nitritos y nitratos en un 75% de la muestra inicial, que son procedentes del nitrógeno contenido en la laguna, por lo que concluyó que este método revierte el proceso de eutrofización.

Se obtuvo una reducción en coliformes termotolerantes y totales en un 99,9% de la concentración de la muestra inicial, observándose una alta eficiencia en las propiedades antimicrobianas en el tratamiento con nanoburbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno. Considerando la investigación realizada por Jhaveri, et al. (2021), que describieron al quitosano como un polímero natural con un alto potencial de biodegradabilidad con nula toxicidad, y donde le atribuyen propiedades antimicrobianas, para ser ampliamente utilizado. También esta propiedad microbiana fue analizada por Chauhan, et al. (2017), donde los resultados obtenidos demostraron la inhibición de las bacterias (*Staphylococcus aureus*, *E. Coli*, *Bacillus subtilis*) en todas las concentraciones de quitosano adicionadas (100, 200, 500, 800, 1000, ug/mL).

En cuanto a los coliformes fecales las muestras iniciales tenían un valor de 7 900 000 NMP/100 mL, valores muy por encima de los ECA y al aplicar el tratamiento a la muestra N°3 por 90 minutos, arrojo una eficiencia de 99,99%.

Así mismo los coliformes totales obtenidos los análisis iniciales arrojaron un valor de 17 000 000 NMP/100 mL y al aplicar el tratamiento en la Muestra 1, Muestra 2 y Muestra 3 existe la reducción de este parámetro microbiano obteniendo una alta eficiencia de 99.99% en un tiempo de 90 minutos. En este contexto Ayala, R. & Ponte, P. (2019), trataron aguas residuales de Ancón con el método inyección de micro burbujas de aire y grafeno por tiempos que oscilaban entre los 20 y 60 minutos, donde la mayor eficiencia obtenida con este tratamiento fue de 93.41%. Se demuestra una gran capacidad antimicrobiana del sistema en estudio.

Para el análisis inferencial, con muestras pequeñas menores a 30 datos, se establece el estadígrafo de Shapiro Wilk, el cual arrojó que, para los parámetros fisicoquímicos de pH, OD y conductividad eléctrica se ajustan a una distribución normal; además para los parámetros microbiológicos (coliformes fecales y totales) también siguen un comportamiento de distribución normal. Por medio de las comparaciones de media, de acuerdo a la prueba T, establece que el tiempo utilizado en el estudio con respecto a los parámetros evaluados tienen un nivel de significancia menor a 0,05, lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, la cual establece que la aplicación del tratamiento de nano burbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno mejora la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón.

VI. CONCLUSIONES.

1. Con la aplicación del sistema de nanoburbujas de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno se redujeron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos por debajo los estándares de calidad ambiental, mejorando la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla – 2021.
2. Se pudo determinar que la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la cuenca baja del río Chillón antes y después del tratamiento con nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno, distrito de Ventanilla – 2021, donde se logró reducir los parámetros por debajo de los estándares de calidad ambiental, luego de aplicado el sistema.
3. Después de aplicado el sistema de nano burbujas de aire y el filtro de quitosano - óxido de grafeno se pudo lograr una eficiencia en la remoción de parámetros microbiológicos en un 99,99% en las aguas de la cuenca baja del río Chillón, distrito de Ventanilla – 202, además antes y después del tratamiento los parámetros microbiológicos se ajustan a una distribución normal
4. En este trabajo se determinó que el tiempo para mejorar la calidad del agua de la cuenca baja del río Chillón - Ventanilla se ajusta a una distribución normal, siendo el más favorable el de 30 minutos.

VII. RECOMENDACIONES.

- Ampliar la investigación, aplicándola no solo en cuerpos de agua sino en efluentes de las diferentes industrias que se encuentren en la rivera del río Chillón.
- Tomar diferentes periodos de tiempo de aplicación del sistema de nanoburbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno a las muestras a analizar
- Complementar el método aplicado en la que se puedan aplicar otros gases diferentes al aire como el oxígeno, ozono u otro que pueda optimizar la generación de las nanoburbujas en el sistema.
- Tener cuidado en la manipulación del sistema de nano burbuja y filtro de quitosano-oxido de grafeno, a fin de no adulterar los resultados de las muestras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AL-MANHEL, Alaa & AL-HILPHY, Asaad & NIAMAH, Alaa. Extraction of chitosan, characterisation and its use for water purification. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. DOI: Disponible en: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.jssas.2016.04.001>
- AYALA, Rudy & PONTE, Palmir. Reducción de contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ancón utilizando micronanoburbujas de aire y grafeno. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniera Ambiental. Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2019 Disponible en: file:///C:/Users/User/Downloads/Ayala_DRR-Ponte_VP-SD.pdf
- BATANERO, Carmen & Díaz, Carmen. Estadística con proyectos. Granada, España. 2011 ISBN: 978-84-694-9152-2 Disponible en: <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>
- BENDEZU, Luz. Reducción de la dureza de aguas subterráneas mediante micro-Nano burbujas de aire-ozono en la urbanización Villa El Pinar-Comas. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniera Ambiental. Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2017 Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3498?locale-attribute=en>
- BRIONES, Guillermo. Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. Bogotá, Colombia 2002 p. 34 ISBN 958-9329-14-4
- COOPER, Daniel, et al. *Experimental Review of Graphene. International Scholarly Research Notices*, vol. 2012, Article ID 501686, 56 pages, 2012. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/501686/>
- CRINI, Gregorio & LICHTFOUSE, Eric. Wastewater Treatment: An Overview. In book: Green Adsorbents for Pollutant Removal 2018.1-21 pp. [DOI:10.1007/978-3-319-92111-2_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92111-2_1).
- CROITORU, Alexa, et al. Chitosan/Graphene Oxide Nanocomposite Membranes as Adsorbents with Applications in Water Purification. *Materials* 13, 7: 1687. 2020. <https://doi.org/10.3390/ma13071687>

- CHAUHAN H, et al. Synthesis and Antimicrobial Properties of Chitosan: A Case Study. *Austin J Biotechnol Bioeng.* 4(3): 1082. 2017. Disponible en: <https://austinpublishinggroup.com/biotechnology-bioengineering/fulltext/ajbtbe-v4-id1082.php>
- CHANG, Liu & YUCHAO, Tang. Application research of micro and nano bubbles in water pollution control. *E3S Web of Conferences.* 136. 06028. 10.1051/e3sconf/201913606028. ICBTE 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20191360> .
- DAVIES, P. et al. Summary of Graphene (and Related Compounds) Chemical and Physical Properties. Nuclear Decommissioning Authority. 2016. Disponible en: [3. Summary of Graphene and Related Compounds Chemical and Physical Properties.pdf.](#)
- DENGXIN, Li & ZHENGGUO, Xiao & TALLAI, Aftab. Applications of Micro-nano Bubble Technology in Environmental Pollution Control. *Micro & Nano Letters.* 14, 7:782–787. 2019 DOI: [10.1049/mnl.2018.5710](https://doi.org/10.1049/mnl.2018.5710)
- DOEMENY, Laurence; KNERR Patrick. The Importance of Ethical Conduct in Scientific Research. Committee on Ethics, American Chemical Society November 2017. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/the-importance-of-ethical-conduct-in-scientific-research-final.pdf>
- ELSAYED, Mohamed, et al. Chitosan nanoparticlesextracted from shrimp shells, application for removal of Fe(II) and Mn(II) from aqueous phases, *Separation Science and Technology,* 2018. DOI:10.1080/01496395.2018.1489845. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326397187_Chitosan_nanoparticles_extracted_from_shrimp_shells_application_for_removal_of_FeII_and_MnII_from_aqueous_phases
- GAOFENG, Pan, et al. Preparation of Modified Graphene Oxide Nanomaterials for Water and Wastewater Treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2018 doi :[10.1088/1755-1315/170/3/032074](https://doi.org/10.1088/1755-1315/170/3/032074).
- GORDE, S., & JADHAV, M. *Assessment of Water Quality Parameters: A Review. Journal of Engineering Research and Applications.* 3, 6: 2029-2035.

- 2013 ISSN: 2248-9622. Disponible en:
http://ijera.com/papers/Vol3_issue6/LV3620292035.pdf
- GNANAMANI, Senthilkumar & CHANDRALINGAM, Rameshkumar & NIKHIL, M. & KUMAR, J. An investigation of nanobubbles in aqueous solutions for various applications. Applied Nanoscience. 8: 1557-1567. 10.1007/s13204-018-0831-8. 2018 Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/326159545_An_investigation_of_nanobubbles_in_aqueous_solutions_for_various_applications
 - GRIGGS, C.S. & MEDINA, Victor. Graphene and graphene oxide membranes for water treatment. McGraw Hill Encyclopedia of Science & Technology, 11th Edition, 2016 Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/294873314_Graphene_and_graphene_oxide_membranes_for_water_treatment
 - HENGZHEN, Li, *et al.* Characteristics of Micro-Nano Bubbles and Potential Application in Groundwater Bioremediation. Water Environment Research. 2014 Disponible en:
[https://www.researchgate.net/publication/265341278_Characteristics_of_Micro-Nano_Bubbles_and_Potential_Application_in_Groundwater_Bioremediation#:~:text=Micro%2Dnano%20bubbles%20\(MNBs\),air%20sparging%20technology%20with%20macrobbles.&text=It%20is%20suggested%20that%20micro,largely%20enhance%20the%20bioremediation%20effect](https://www.researchgate.net/publication/265341278_Characteristics_of_Micro-Nano_Bubbles_and_Potential_Application_in_Groundwater_Bioremediation#:~:text=Micro%2Dnano%20bubbles%20(MNBs),air%20sparging%20technology%20with%20macrobbles.&text=It%20is%20suggested%20that%20micro,largely%20enhance%20the%20bioremediation%20effect)
 - HERNANDEZ, R. FERNANDEZ, C. Y BATIPSTA. Metodología de la investigación. México Mc. Graw Hill. 2010 ISBN 978-607-15-0291-9.
 - HERNANDEZ, Carlos. Efectos de Micro y Nano burbujas en Tratamientos de Aguas Residuales Domésticas: El caso de Pasca, Cundinamarca. Tesis para optar al título de Magister en Ciencias Ambientales, Universidad de Cundinamarca. 2019 Disponible en:
<http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2334/HernandezCarlos2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - JARAMILLO, Miguel. Remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno artesanal en el centro de lavado “Splash” San Miguel – Lima, 2018. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniera Ambiental. Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018 Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32303?locale-attribute=en>

- JHAVERI J., et al. Chitosan Nanoparticles-Insight into Properties, Functionalization and Applications in Drug Delivery and Theranostics. *Molecules*. 26(2):272. Jan 2021 [doi: 10.3390/molecules26020272](https://doi.org/10.3390/molecules26020272).
- KHALID, Zaied, et al. Application of 2D Graphene-Based Nanomaterials for Pollutant Removal from Advanced Water and Wastewater Treatment Processes. In book: *Adapting 2D Nanomaterials for Advanced Applications* (pp.191-217) Chapter: 9 Publisher: ACS Symposium Series. 2020 [DOI:10.1021/bk-2020-1353.ch009](https://doi.org/10.1021/bk-2020-1353.ch009).
- LING, Sun. Structure and Synthesis of graphene oxide. Beijing Guyue New Materials Research Institute. 27,10: 2251-2260, 2019. ISSN 1004-9541, <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2019.05.003>.
- MACASSI, G. & ALLASI, C. Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de concepción. Tesis pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3777>
- MAREY, AM. Effectiveness of chitosan as natural coagulant in treating turbid waters. Department of Basic Science, Valley Higher Institute for Engineering and Technology, Cairo, Egypt. 2019 [DOI. 10.21931/RB/2019.04.02.7](https://doi.org/10.21931/RB/2019.04.02.7)
- MEEGODA, Jay & ALUTHGUN HEWAGE, Shaini & BATAGODA, Janitha. Stability of Nanobubbles. *Environmental Engineering Science*. 2018 [DOI: 10.1089/ees.2018.0203](https://doi.org/10.1089/ees.2018.0203).
- NECHITA, Petronela. Applications of Chitosan in Wastewater Treatment. *Biological Activities and Application of Marine Polysaccharides*. 2017 [DOI: 10.5772/65289](https://doi.org/10.5772/65289).
- NUÑEZ, Thalía. Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniera Ambiental. Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2017 Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21394?locale-attribute=en>

- PALWASHA, K. et al. Micro-nano bubbles technology and the water-related application. Water Supply. 2020 [Doi: 10.2166/ws.2020.12](https://doi.org/10.2166/ws.2020.12).
- PACHEPSKY, Yakov, *et al.* Microbial Water Quality: Monitoring and Modeling. Journal of Environment Quality. Journal of Environmental Quality. 2018 doi:10.2134/jeq2018.07.0277.
https://www.researchgate.net/publication/327783294_Microbial_Water_Quality_Monitoring_and_Modeling
- RAHMAN, Md Shidur. Las ventajas y desventajas de utilizar enfoques y métodos cualitativos en la investigación de pruebas y evaluación del lenguaje: una revisión de la literatura. Revista de educación y aprendizaje. 6, 1: 102-112, 2017
- RITABRATA, R. An introduction to wáter quality analysis, Hydro-informatics Engineering, under departamento of civil Engineering, national institute of technology Agartala, Basjala, Jirania, Tripura, India. 2018, DOI: 10.31786/09756272.18.9.2.214
- SALGUERO, Jazmín. Reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del Río Chillón mediante micronanoburbujas de Aire y Ozono, distrito de Ventanilla – Callao 2017. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniera Ambiental. Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2017 Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3606/Salguero_SJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SMITH, Andrew, et al. Synthesis, properties, and applications of graphene oxide/reduced graphene oxide and their nanocomposites. Nano Materials Science.1,1:31-47, 2019. ISSN 2589-9651, <https://doi.org/10.1016/j.nanoms.2019.02.004>.
- TSHIVAM Trivedi & Lobo, KENNETH Lobo & MATTE Ramakrishna. Synthesis, Properties, and Applications of Graphene. Fundamentals and Sensing Applications of 2D Materials. 2019 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102577-2.00003-8>
- VENTURA, S. Tratamiento de Sanguaza de pescado del Mercado de Ancón utilizando micro-nanoburbujas de aire a escala laboratorio. Tesis para optar

el título de Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo,2017.
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/14093>

-
- YAQOOB, Asim, et al. Role of Nanomaterials in the Treatment of Wastewater: A Review Water 12, no. 2: 495. 2020 <https://doi.org/10.3390/w12020495>
- YONGCHEN, Liu. Application of graphene oxide in water treatment. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 94. 2017 [doi:10.1088/1755-1315/94/1/012060](https://doi.org/10.1088/1755-1315/94/1/012060)

ANEXOS

Matriz operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sistema Nano burbujas con Filtro de Quitosano - Oxido de Grafeno	Las burbujas de diámetro inferior a 1 µm se denominan nanoburbujas y son muy estables debido a su movimiento horizontal en soluciones acuosas, lo que también hace que no se eleven a la superficie superior y exploten debido a la gran proporción de superficie a volumen (Senthikumar, et al, 2018). El filtro está compuesto de membranas de quitosano material que se encuentra en las conchas de los camarones (Elsayed, et al, 2018) y el químico sintético conocido como "Óxido de Grafeno", los cuales al fundirse eliminan eficazmente varios contaminantes que se encuentran en el agua (Griggs, & Medina, 2016)	Al aplicar las nano burbujas estas ingresan a alta presión al agua contaminada, atrayendo a virus o bacterias a través de iones electrolíticos, liberando partículas de carga negativa, formando radicales libres. Para la utilización del filtro de quitosano – Oxido de grafeno, se debe tener en cuenta sus características del óxido de grafeno y quitosano, los cuales al unirse formaran una membrana, la cual se colocará al vacío, haciendo que la membrana absorba los contaminantes.		Diámetro de burbuja (□□) Tipo de gas (Aire) Presión de gas (atm) Velocidad de ascenso (cm/s) Presión interna (atm) Número de burbujas por gota (unidad) Cantidad de GRAFENO (g) Diámetro de Grafeno (□□) Absorbancia (A) Cantidad de Quitosano (g) Diámetro de Quitosano(□□) Espesor del filtro(c□) Diámetro del filtro (c□)	Razón Nominal Razón Intervalo Razón Razón Intervalo Razón Intervalo Razón Razón Razón Razón Nominal

DEPENDIENTE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Calidad de agua, en las muestras de agua del río Chillón					DBO5 (mg / L)	Continua
				Químico	Aceites y grasas (mg/L)	Razón
					Nitrógeno Amoniacal (mg NH3-N/L)	Razón
		La calidad del agua se puede definir como las características químicas, físicas y biológicas del agua, generalmente con respecto a su idoneidad para un uso designado (Barrenechea, 2010).	Cantidad y características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la cuenca media del río Chillón		pH (unidad)	Intervalo
		Cada uno de estos usos designados tiene diferentes estándares químicos, físicos y biológicos definidos necesarios para respaldar ese uso (Ritabrata, 2018).			Turbidez (mg/L)	Razón
					Conductividad (µS/cm)	Razón
				Físicos	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Razón
					Temperatura (° C)	Intervalo
					Coliformes totales (NMP/100 mL)	Razón
				Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Razón

Instrumentos de recolección de datos

FICHA 1 REGISTRO DE EXPERIMENTACION			
TITULO	"Aplicación del Sistema de Nano burbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón - Puente Piedra 2021"		
LINEA DE INVESTIGACION	Calidad y gestión de los recursos naturales		
RESPONSABLES	Juan José Chávez Guzmán	N° de identificación	43262898
ASESOR	Liz Helen Córdor Reap	N° de identificación	45679590
Valverde Flores Jhonny Wilfredo			
CODIGO DE REGISTRO	FECHA	HORA DE INICIO DE ENSAYO	HORA FINAL DE ENSAYO
	13JUL2021	08:30	09:30
MUESTRA	INDICADORES	VALOR	OBSERVACIONES
NANO BURBUJAS	Diámetro de burbuja (μm)	571 μm	
	Tipo de gas (Aire)	aire	
	Presión de gas (atm)	2.41 atm	
	Velocidad de ascenso (m/s)	1.76310140x10-7ms	
	Presión interna (atm)	7.44 atm	
	Numero de burbujas por gota (unidad)	46	
	Cantidad de GRAFENO (g)	16g	
QUITOSANO OXIDO DE GRAFENO	Diámetro de Grafeno (μm)	1.030 μm	
	Absorbancia (A)	1.1101 A	
	Cantidad de Quitosano (g)	4g	
	Diámetro de Quitosano(μm)	4.6063 μm	
	Espesor del filtro(cm)	1	
	Diámetro del filtro (cm)	4	


 Jasin Julio D'Arce Gabuzo
 DNI: 08447308


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0076275

FICHA 2 REGISTRO DE MUESTRA			
TITULO	"Aplicación del Sistema de Nano burbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón - Puente Piedra 2021"		
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales		
RESPONSABLES	Juan José Chávez Guzmán Liz Helen Cóndor Reap		
ASESOR	Valverde Flores Jhonny Wilfredo		
CODIGO DE MUESTRA	RESPONSABLE	FECHA DE MUESTRO	HORA DE MUESTRO
000064916	Juan José Chávez Guzmán	13JUL2021	08:00
CANTIDAD	CUENCA	CATEGORIA	PUNTO DE MUESTRO
3.250 L	BAJA DEL RÍO CHILLÓN	4	<ul style="list-style-type: none"> N: 8679467 E: 268186
LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PARQUE PORCINO	VENTANILLA	CALLAO	
N° DE CADENA DE CUSTODIA	LABORATORIO	FECHA DE ENTREGA	HORA DE ENTREGA
1	TYPSA PERU	13JUL2021	17:00
OBSERVACIONES:			

Atentamente,

 Jhain Julio Dizon Torres Galvez
 DNI: 08447308


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP. 130087
 RENACTY: P0078275

FICHA 2 REGISTRO DE MUESTRA			
TITULO	"Aplicación del Sistema de Nano burbuja de aire y filtro de quitosano, - óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón - Puente Piedra 2021"		
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales		
RESPONSABLES	Juan José Chávez Guzmán	N° de Identificación	43262898
ASESOR	Liz Helen Córdor Reap, Valverde Flores Johnny Wilfredo	N° de Identificación	45679590
CODIGO DE MUESTRA	RESPONSABLE	FECHA DE MUESTRO	HORA DE MUESTRO
000064917	Juan José Chávez Guzmán	13JUL2021	10:00
CANTIDAD	CUENCA	CATEGORIA	PUNTO DE MUESTRO
3.250 L	BAJA DEL RIO CHILLÓN	4	<ul style="list-style-type: none"> N: 8679467 E: 268186
LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PARQUE PORCINO	VENTANILLA	CALLAO	
N° DE CADENA DE CUSTODIA	LABORATORIO	FECHA DE ENTREGA	HORA DE ENTREGA
2	TYPSA PERU	13JUL2021	17:00
OBSERVACIONES:			

Atentamente,

 Juan Julio Chorroza Guzmán
 DNI: 06447308


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


 Dr. Ing. Carlos Alberto Custalida Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP. 130267
 RENACYT: P0070275

FICHA 2 REGISTRO DE MUESTRA	
TITULO	"Aplicación del Sistema de Nano burbuja de aire y filtro de quitosano,- óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón - Puente Piedra 2021"
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales
RESPONSABLES	Juan José Chávez Guzmán Liz Helen Córdor Reap.
ASESOR	Valverde Flores Johnny, Wilfredo
CODIGO DE MUESTRA	RESPONSABLE
000064918	Juan José Chávez Guzmán
CANTIDAD	FECHA DE MUESTRO
3.250 L	13JUL2021
LOCALIDAD	CATEGORIA
PARQUE PORCINO	4
N° DE CADENA DE CUSTODIA	PROVINCIA
3	CALLAO
OBSERVACIONES:	DEPARTAMENTO
	DEPARTAMENTO
	HORA DE ENTREGA
	17:00
	HORA DE MUESTREO
	14:00
	PUNTO DE MUESTREO
	• N: 8679467 • E: 268186

Atentamente,

 Juan Julio Gironza Galvez
 DNI: 06447308


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


 Dr. Ing. Carlos Alberto Custalida Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0071875

FICHA 3 REGISTRO COMPARATIVO	
TITULO	"Aplicación del Sistema de Nano burbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón - Puente Piedra 2021"
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales
RESPONSABLES	Juan José Chávez Guzmán Liz Helen Córdor Reap.
ASESOR	Valverde Flores Johnny Wilfredo
	N° de Identificación 43262898
	N° de Identificación 45679590

REGISTROS COMPARATIVOS		TIEMPO (MINUTOS)				ECA AGUA CATEGORIA 4 (E2:Rios) Costa y sierra.
MUESTRA	PARAMETRO	0	30	60	90	
	DBO5 (mg / L)	295.6	478.9	38.7	211.4	10
	Aceites y grasas (mg/L)	33.1	< 5	< 5	< 5	5,0
	Nitrógeno Amoniacal (mg NH3-N/L)	47.20	21.10	18.40	13.10	6,5 a 9,0
	pH (unidad)	7.54	4.33	8.4	8.87	
	Turbidez (mg/L)	210	3.74	12	10.20	
	Conductividad (µS/cm)	2200	1419	846	839	1000
	Oxígeno Disuelto (mg/L)	1.1	2.89	5.14	8.67	≥ 5
	Temperatura (° C)	25.3	19.5	18.4	19.5	Δ 3
	Coliformes totales (NMP/100 mL)	17 000 000	2 400 000	2 400 000	240	
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	7 900 000	920 000	130 000	240	2000

Atentamente,

 Justin Julio Chirinos Gabbez
 DNI: 08447308


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0078275

Validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Elmer Benites Alfaro
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 1 Registro de experimentación
 1.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 1.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Condor Reap Liz Helen.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 09 de Noviembre del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Elmer Benites Alfaro
 5.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 2 Registro de muestra
 5.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 5.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Córdor Reap Liz Helen.

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

si

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 09 de Noviembre del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Elmer Benites Alfaro
 9.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 3 Registro comparativo
 9.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 9.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Córdor Reap Liz Helen..

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 09 de Noviembre del 2020


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Carlos Alberto Castañeda Olivera
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 3 Registro comparativo
- 1.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
- 1.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Cóndor Reap Liz Helen.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 09 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Carlos Alberto Castañeda Olivera
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 2 Registro de muestra
 1.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 1.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Cóndor Reap Liz Helen.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 09 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Carlos Alberto Castañeda Olivera
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 1 Registro de experimentación
 1.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 1.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Cóndor Reap Liz Helen.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 09 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Julio Ordoñez
 9.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 3 Registro comparativo
 9.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 9.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Cóndor Reap Liz Helen.

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Atentamente,
Lima, 15 de Julio de 2021

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Julio Ordoñez
 5.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 2 Registro de muestra
 5.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 5.6. **Autor(A) de Instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Cóndor Reap Liz Helen.

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

2

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Montamente,
Lima, 15 de Julio de 2021


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Julio ORDOÑEZ
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Calidad y gestión de los recursos naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha 1 Registro de experimentación
 1.5. **Nombre de asesor:** Valverde Flores Jhonny Wilfredo.
 1.6. **Autor(A) de instrumento:** Chávez Guzmán Juan José y Córdor Reap Liz Helen.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 15 de Julio del 2021

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-099



INFORME DE ENSAYO N° 000067063

CLIENTE:	CHARLOT GUZMAN JUAN JOSE
DIRECCION/UBI:	(LIMA)
REFERENCIA CLIENTE:	RCH-01
CODIGO TYPESA:	00001034
SERIE:	Agua natural, Agua superficial - Rio
DESCRIPCION DE LA MUESTRA:	Colación N°0000000048, Muestra recibida por TYPESA, Aproximadamente 2.250 L de muestra (Agua superficial - Rio), Proyecto: Plataforma de Investigación FONTE LTMO-01, Rio CG Aguas naturales
DESCRIPCION PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:	Despejado
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRA:	
DESCRIPCION DEL PUNTO DE MUESTREO:	N 82°58'07" O 8°28'17" RCH CHILLON - CUENCA BAJA
FECHA DE TOMA:	18/08/2021 01:00:00 p.m.
FECHA DE RECEPCION:	18/08/2021
FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS:	18/08/2021 - 24/08/2021

RESULTADOS ANALITICOS IN SITU

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Conductividad a 25°C "in situ"	µS/cm	2200	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part.2010 B, 23rd Ed. 2017	Conductivity, Laboratory Method	
Oxígeno disuelto "in situ"	mg O ₂ /L	1.1	SM 9199-APHA-AWWA-WEF 4500-O ₂ H, 23rd Ed. 2017	Óxido	
pH "in situ"	val. pH	7.84	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 6500-H+ B, 23rd Ed. 2017	pH Value, Electrode Method	
Temperatura del agua "in situ"	°C	26.3	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 2550 B, 23rd Ed. 2017	Temperature, Laboratory and Field Methods	

RESULTADOS ANALITICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Azúcares y grasas (AyG)	mg Azúcar y grasa/L	33.1	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 8520 B, 23rd Ed. 2017	Clamid Gramae, Liquid/Liquid, Partition-Graavimetric Method	0.8
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	289.8	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test	0.8
Nitrógeno amoniacal	mg NHO ₃ -N/L	47.20	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 8500-NH ₃ D, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method	0.02
Turbidez	NTU	216.0	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 2150 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method	0.02

RESULTADOS ANALITICOS MICROBIOLOGIA

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.C.
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	1700000	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure, 1. Membrane-Filtration Coliform Test (FC Medium)	1.8
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	1700000	SM 9199-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 B, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique	1.8

INFORME DE ENSAYO N° 000070670

CLIENTE:	CHAVEZ GUZMAN JUAN JOSE
DOMICILIO LEGAL:	(LIMA)
REFERENCIA CLIENTE:	AR-01-B
CÓDIGO TYPESA:	000064917
MATRIZ:	Agua natural. Agua superficial - Rio
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Cotización N°00020006723. Aproximadamente 3 250 L de muestra (Agua superficial. Rio) PROYECTO: Nano Burbujas - GRAFENO
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:	Tomada por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:	
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:	N.8679467 / E.268186 RIO CHILLON
FECHA DE TOMA:	13/07/2021 10:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN:	13/07/2021
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	13/07/2021 - 21/07/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Conductividad a 25°C "in situ"	µS/cm	846	Datos facilitados por el cliente		
*Oxígeno disuelto "in situ"	mg O2/L	5.14	Datos facilitados por el cliente		
*pH "in situ"	ud. pH	8.40	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	18.4	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	< 0.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O2/L	38.7	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Nitrógeno amoniacal	mg NH3-N/L	18.40	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method	0.02
Turbidez	NTU	12.00	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method	0.02

RESULTADOS ANALÍTICOS MICROBIOLOGÍA					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.C.
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	130000	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. 1. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).	1.8
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	2400000	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

INFORME DE ENSAYO N° 000070671

CLIENTE: CHAVEZ GUZMAN JUAN JOSE
DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
REFERENCIA CLIENTE: AR-01-C
CÓDIGO TYPSA: 000064918
MATRIZ: Agua natural. Agua superficial - Rio
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006723.
Aproximadamente 3.250 L de muestra (Agua superficial. Rio)
PROYECTO: Nano Burbujas - GRAFENO
Tomada por el cliente
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N.8679467 / E.268186 RIO CHILLON
FECHA DE TOMA: 13/07/2021 02:00:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 13/07/2021
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 13/07/2021 - 21/07/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Conductividad a 25°C "in situ"	µS/cm	639	Datos facilitados por el cliente		
*Oxígeno disuelto "in situ"	mg O2/L	8.67	Datos facilitados por el cliente		
*pH "in situ"	ud. pH	8.87	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.5	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	< 0.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O2/L	211.4	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Nitrógeno amoniacal	mg NH3-N/L	13.10	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method	0.02
Turbidez	NTU	10.20	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method	0.02

RESULTADOS ANALÍTICOS MICROBIOLOGÍA					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.C.
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	240	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. 1. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).	1.8
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	240	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, Cl Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

INFORME DE ENSAYO N° 000070669

CLIENTE: CHAVEZ GUZMAN JUAN JOSE
 DOMICILIO LEGAL: (LIMA)
 REFERENCIA CLIENTE: AR-01-A
 CÓDIGO TYPSA: 000064916
 MATRIZ: Agua natural. Agua superficial - Rio
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020006723.
 Aproximadamente 3.250 L de muestra (Agua superficial. Rio)
 PROYECTO: Nano Burbujas - GRAFENO
 Tomada por el cliente
 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:
 CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:
 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N. 8679467 / E. 268186 RIO CHILLON
 FECHA DE TOMA: 13/07/2021 08:00:00 a.m.
 FECHA DE RECEPCIÓN: 13/07/2021
 FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 13/07/2021 - 21/07/2021

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Conductividad a 25°C "in situ"	µS/cm	1419	Datos facilitados por el cliente		
*Oxígeno disuelto "in situ"	mg O2/L	2.89	Datos facilitados por el cliente		
*pH "in situ"	ud. pH	4.33	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.5	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Aceites y grasas (AyG)	mg Aceite y grasa/L	< 0.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O2/L	478.9	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Nitrógeno amoniacal	mg NH3-N/L	21.10	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method	0.02
Turbidez	NTU	3.74	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method	0.02

RESULTADOS ANALÍTICOS MICROBIOLOGÍA					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.C.
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 mL	920000	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. 1. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).	1.8
Numeración de Coliformes totales	NMP/100 mL	2400000	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

Operacionalización de Alfa de conbrac

BASE DE DATOS																														
ESPECIALISTAS	INSTRUMENTO 1										INSTRUMENTO 2										INSTRUMENTO 3									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Dr. Ing. Elmer O. Benites Altaro	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
VARIANZA	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right)$$

α	alfa	1
k	numero de itens	30
$\sum Vi$	Varianza de cada ítem	166.67
Vt	Varianza total	5000

Resultados de Turnitin

Aplicación del sistema de nano burbuja de aire y filtro de quitosano - óxido de grafeno para mejorar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón – Ventanilla 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	2%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
3	creativecommons.org Fuente de Internet	1%