



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**AMBIENTAL**

“Recuperación de la calidad del agua de los humedales de Villa, Chorrillos mediante el uso de micro-nanoburbujas de aire - Lima 2019”

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

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

André Zaid Handall Fernández Prada (ORCID: 0000-0001-5241-8351)

**ASESOR:**

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ**

2019

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a todas las personas, familiares y amigos que me apoyaron en este largo camino a seguir. En especial a mi abuelita Blanca y a mi abuelito Manuel que en paz descansen, los cuales estarían muy orgullosos de compartir este momento muy importante de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco principalmente a Dios que me ha dado la vida, por ser mi guía a lo largo de la existencia, brindándome sabiduría, paciencia y la oportunidad de realizar este trabajo de investigación con mucho esfuerzo y dedicación. A mi asesor Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo por la paciencia que tuvo al estar dispuesto a escuchar cualquier consulta que tenía. Al docente Johnny Valverde por su apoyo brindado. A mi madre Ana María por su cariño, disciplina y apoyo incondicional brindado en todo momento, enseñándome que siempre habrá alguna solución para superar cualquier obstáculo. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, sé que este momento sería muy especial para ti. A mi hermano Jorge, por el apoyo moral y a sus consejos para elegir esta carrera profesional. A mi abuelita Natalia por los momentos de alegría que he pasado junto a ella.

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
2. 1. Tipo y diseño de investigación .....	22
2.2 Procedimiento .....	23
2.3 Operacionalización de Variables .....	25
2.4 Población y muestras.....	29
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	31
2.8. Métodos de análisis de datos .....	32
2.9. Aspectos éticos.....	32
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>62</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>66</b>
ANEXOS.....	74
Anexo 1: Instrumentos .....	75
Anexo 2: Validación de Instrumentos.....	78

Anexo 3: Mapa de zona de estudio.....	88
Anexo 4: Matriz de Consistencia.....	89
Anexo 5: Certificaciones.....	90

## Índice de Figuras

Figura 1. Localización de los Humedales de Villa .....	10
Figura 2. Laguna con espejo de agua.....	11
Figura 3. Zona arbustiva .....	12
Figura 4: Zona de gramadal.....	13
Figura 5. Escala de medición de pH . .....	14
Figura 6. Equipo de nano burbujeo.....	16
Figura 7. Laguna Génesis de los Pantanos de Villa.....	29
Figura 8. Observación del territorio de estudio .....	33
Figura 9. Lavado de recipientes.....	34
Figura 10. Lavado de recipientes.....	34
Figura 11. ‘‘Cooler’’ .....	35
Figura 12. Recipientes para las muestras de agua .....	35
Figura 13. Desarrollo de investigación .....	36
Figura 14. Uso de multiparámetro .....	36
Figura 15. Muestras de agua post-tratamiento .....	37
Figura 16. Vertimiento del agua al equipo de nanoburbujeo .....	37
Figura 17. Resultado de Temperatura.....	43
Figura 18. Resultado de pH.....	43
Figura 19. Resultados de conductividad eléctrica. ....	44
Figura 20. Resultado de sólidos totales disueltos.....	45
Figura 21. Resultado de la Salinidad. ....	45
Figura 22. Resultados de Oxígeno Disuelto (OD).....	46
Figura 23. Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno.....	47
Figura 24. Resultados de Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	48
Figura 25. Resultado de Coliformes Termotolerantes .....	49
Figura 26. Resultado de Escherichia coli.....	50
Figura 27. Resultados de huevos y larvas de helmintos .....	50

## Índice de Tablas

Tabla 1. Composición del aire .....	17
Tabla 2. Variable Dependiente .....	26
Tabla 3. Variable Independiente.....	28
Tabla 4. Coordenadas del lugar de estudio .....	30
Tabla 5. Resumen de las etapas de la tesis .....	31
Tabla 6. Especialistas.....	32
Tabla 7. Resultados iniciales del parámetro potencial de hidrógeno.....	38
Tabla 8. Resultados iniciales del parámetro de temperatura. ....	38
Tabla 9. Resultados iniciales del parámetro de Conductividad Eléctrica .....	39
Tabla 10. Resultados iniciales del parámetro de salinidad .....	39
Tabla 11. Resultados iniciales del parámetro de Sólidos Totales Disueltos .....	40
Tabla 12. Resultados iniciales de Análisis Físicoquímicos .....	40
Tabla 13. Resultados iniciales de los parámetros microbiológicos. ....	40
Tabla 14. Resultados iniciales de los parámetros inorgánicos .....	41
Tabla 15. Resultados de los parámetros físicos después del tratamiento.....	42
Tabla 16. Resultados de los parámetros físico-químicos después del tratamiento.....	46
Tabla 17. Parámetros microbiológicos después del tratamiento .....	49
Tabla 18. Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 1, Sub categoría aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. ....	51
Tabla 19. Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 1, Sub categoría B aguas superficiales destinadas para recreación. ....	54
Tabla 20. Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, Sub categoría D1: vegetales de tallo alto y bajo, Sub categoría D2: bebida de animales. ....	56

Tabla 21 Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Sub categoría E1: lagunas y lagos.....	59
--	----

## RESUMEN

Los humedales de Villa en el distrito de Chorrillos es un área muy extensa en la cual existe gran diversidad de flora y avifauna. El humedal presenta un estado de riesgo porque hay presencia de residuos sólidos, contaminación sonora, aguas residuales y aguas domésticas. El objetivo del actual trabajo de investigación es recuperar la calidad del agua de los Humedales de Villa, Chorrillos mediante el uso de micro-nano burbujas de aire reduciendo los parámetros biológicos, físicos y químicos. En el caso de los parámetros físicos de temperatura, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos y la salinidad en tres diferentes intervalos de tiempo de 15 minutos, 30 minutos y 45 minutos, se observa que la temperatura y el pH disminuyen y aumenta en valores muy pequeños en cambio la conductividad eléctrica va en crecimiento de 15.49 a 19.43, además los STD si fueron reducidos en su totalidad como la salinidad presente en el agua, luego los parámetros físico-químicos de OD, DBO5 y DQO en tres diferentes intervalos de tiempo de T1-15 minutos, T2- 30 minutos y T3-45 minutos, se observa que el Oxígeno disuelto aumenta debido a la aireación con las micro-nanoburbujas de aire de 1.7 a 5.3 mgOD/L, por otra parte la DBO5 se redujo considerablemente de 552.5 a 5.3 mg/L y por último la DQO que presentó un valor inicial 1,992.1 mgO<sub>2</sub>/L se evidenció que disminuyó a 145.0 mgO<sub>2</sub>/L ,además los los parámetros microbiológicos Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Huevos y larvas de helmintos en tres diferentes intervalos de tiempo de T1-15 minutos, T2- 30 minutos y T3-45 minutos, se observa que los Coliformes Termotolerantes de 920 NMP/100 ML se reduce a 20 NMP/100 ML, mientras que la Escherichia coli de 79 NMP/100 ML disminuye a 23 NMP/100 ML, además el tercer indicador microbiológico Huevos y larvas de helmintos evidenció una aminoración de 28 Huevos/L a 3 Huevos/L; estos resultados mejoran la calidad de las aguas comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) permitiendo la preservación y el cuidado del desarrollo Sostenible del Área Natural Protegida.

Palabras Clave: Humedales de Villa, Parámetros, micro-nanoburbujas

## ABSTRACT

The wetlands of Villa in the Chorrillos district is a very large area in which there is a great diversity of flora and fauna. The wetland is at risk because solid waste, noise pollution, wastewater and domestic water are present. The objective of the current research work is to recover the water quality of the Villa Wetlands, Chorrillos by using micro-nano air bubbles reducing biological, physical and chemical parameters. In the case of physical parameters of temperature, hydrogen potential, electrical conductivity, total dissolved solids and salinity in three different time intervals of 15 minutes, 30 minutes and 45 minutes, it is observed that the temperature and pH decrease and increases in very small values instead the electrical conductivity goes on growth from 15.49 to 19.43, in addition the STDs if they were reduced in their entirety as the salinity present in the water, then the physico-chemical parameters OD, DBO5 and COD in three different time intervals of T1-15 minutes, T2- 30 minutes and T3-45 minutes, it is observed that dissolved oxygen increases due to aeration with air micro-nanobubbles from 1.7 to 5.3 mgOD/L, on the other hand the DBO5 was significantly reduced from 552.5 to 5.3 mg/L and finally the COD which had an initial value of 1,992.1 mgO<sub>2</sub>/L was shown to decrease to 145.0 mgO<sub>2</sub>/L, in addition the microbiological parameters Thermotolerant Coliforms, Escherichia coli and Eggs and helminth larvae in three different time intervals of T1-15 minutes, T2- 30 minutes and T3-45 minutes, it is observed that 920 NMP/100 ML Thermotolerant Coliforms is reduced to 20 NMP/100 ML, while the 79 NMP/100 ML Escherichia coli decreases to 23 NMP/100 ML, in addition to the third microbiological indicator Eggs and helminth larvae, and a dismemberment of 28 eggs/L to 3 eggs/L; these results improve water quality compared to Environmental Quality (ECA) by enabling the preservation and care of the Sustainable Development of the Protected Natural Area.

Keywords: Villa Wetlands, Parameters, Micro-nanobubbles

## I. Introducción

El Refugio de Vida Silvestre humedales de Villa, conocido como los Pantanos de Villa, posee la extensión de 263.27 hectáreas y se pueden encontrar 210 especies de aves, 13 peces, 5 anfibios y reptiles, entre otros. Además, hay cinco lagunas La Principal, Génesis, La Pampa, Sur y Anap. Los lagos de villa son salobres, se encuentran posicionados en el borde surdo del descenso en la vaguada perteneciente al Río Rímac, las cuales conforman una pieza del medio hidrológico del ramal Ate - Surco – Chorrillos; se nutren por la exudación de aguas producidas del ámbito menor de la hondada. Asimismo, se localizan debajo 35 metros de altura a la llanura de Chorrillos, por ende, varias canaletas del subsuelo vierten sus aguas en ese lugar. (SERNANP, 2006). Se observa que la **Problemática** de la contaminación en los Pantanos de Villa donde aproximadamente habitan 12 asentamientos humanos, aproximadamente 400 familias, se debe a que hay una ausencia de conexiones de alcantarillado donde viven los pobladores de villa baja instaladas en el espacio de amortiguamiento, ahí se arrojan fluidos servidos entre otros residuos a pozos sépticos. Además, se puede encontrar residuos sólidos, animales muertos, desmonte, etc. Estos contaminantes los cuales son sólidos suspendidos y disueltos, gases como el O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y N<sub>2</sub>; componentes biológicos como la *escherichia coli*, coliformes termotolerantes o fecales y huevos de helmintos provenientes de restos fecales, orina de animales y humanos que ocasionan que las lagunas estén dispuestas a la eutrofización la cual tiene efectos de reducción de la turbidez y escasez del oxígeno total, provocando la muerte en peces. (COMERCIO, 2017). La técnica utilizada en la actual investigación fue la Nanotecnología de Aire con el motivo de recuperar la calidad del agua de los Pantanos de Villa en la laguna Génesis reduciendo la ciertos parámetros físico-químicos, biológicos, materia orgánica y metales pesados, por ello apareció incremento del oxígeno disuelto, generación de especies en el agua, aumento de la cobertura vegetal y vida silvestre.

En los **trabajos previos** según ABATE (2016), en su tesis denominada “*Reducción de coliformes fecales del agua de mar mediante micro-nanoburbujas de ozono - aire de la playa Los Pavos, Barranco*” en el cual se ejecutó una indagación experimental. Teniendo como referencia los monitoreos que elabora la Dirección General de Salud, la playa supera el Estándar de Calidad Ambiental (1000 NMP/100mL) en 600 NMP/100mL. Previo a suministrar la técnica, se comprobó que la dimensión de la burbuja estaba en la escala micro-nanométrica, por ello, se

procedió aplicar la técnica sometiéndose a presión de aire de 90 PSI y un flujo de 4.67 L/min. Finalmente, luego de realizar 3 pruebas de laboratorio se demostró que la eficiencia de las micro-nanoburbujas de ozono y aire es muy útiles en la práctica, cumpliendo con el ECA para lagos y lagunas. Por otra parte, AYUNI (2012) en su investigación titulada “*Fitorremediación para la reducción de la Eutrofización en la Laguna del Área Natural protegida de Pantanos de Villa, Chorrillos*”, la cual presentó de objetivo que la fitorremediación es un tratamiento ideal para descontaminar aguas contaminadas con efluentes industriales y domésticos, además con la valoración del tratamiento se describe el tipo de tecnologías alternativas presenta menor costo y asequible para los pobladores. Define en sus análisis de la toma de ejemplares del Área Natural Protegida, debido a elevadas concentraciones de DBO5 y OD es una consecuencia a las acciones ejecutadas en épocas del año que genera más contaminantes y nutrientes favoreciendo la eutrofización en dicho humedal. También, BARRERA (2013) en su memoria denominada “*Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la laguna de Batuco*” su objetivo principal fue de realizar un estudio del nivel, propiedades, características y circunstancias contemporáneas del humedal Batuco, teniendo en cuenta la versatilidad temporal. Al iniciar el método se efectuó la caracterización del físico-natural de la zona de ubicación de la laguna y se reconoció los principales factores antrópicos con incidencia en el humedal. Además, se empleó un conjunto de ilustraciones satelitales LANSAT 5 TM. Finalmente, se logra acotar las zonas de retroceso y aumento del nivel del humedal mediante los años trabajados y, posteriormente proyectar tendencias a futuro. En otro caso en particular BENNET & MORÁN (2018), en su tesis “*Análisis acerca de la factibilidad de la nanotecnología para mejorar el cultivo de larvas de camarón. Caso: Safarimar*” la cual tuvo como objetivo demostrar la factibilidad del uso de la nanotecnología en el proceso de cultivo de larvas de camarón. El cultivo de larvas de camarón necesita considerables volúmenes de agua, por ello, utilizar equipos de nanotecnología como los generadores de nanoburbujas ayudarán a tratar aquellas inmensas cantidades de agua a menor consumición de energía, por otro lado, las nanoburbujas presentan gran beneficio en contra la multiplicación de bacterias. La técnica de recolección de datos utilizada fue la entrevista y encuesta en el área de cultivos de larvas de camarón. Se entrevistó al jefe de cultivos de larvas de camarón de camaronera SAFARIMAR S.A. En conclusión, se determinó que implementar la nanotecnología en el proceso de cultivo actual de la empresa Safarimar S.A trae consigo un incremento de la producción en un 20% aproximadamente, mejorando la absorción

de los nutrientes y reduciendo la existencia de males que dañan la salud, además de reducir el impacto ambiental al purificar el medio de cultivo. Por otra parte, BRASSECCO (2011), en su memoria “*Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la laguna de Batuco*” tuvo como objetivo principal analizar el nivel y las circunstancias existentes del humedal de Batuco, tomando en cuenta su cambio durante el pasar de los años. Se comenzó caracterizando la zona de forma físico-natural donde está ubicada la laguna y se reconocieron las actividades antrópicas que inciden en el humedal. Se utilizó una serie de imágenes satelitales LANSAT 5 TM en los periodos de años 2009 – 2010, 1986 – 2007, ello admitió obtener una diferencia del interior de la laguna en esos 2 intervalos de épocas. Finalmente, con los datos obtenidos se consiguió demarcar las zonas de crecimiento y disminución del humedal del nivel hídrico y de cada uno de los componentes que lo conforman. Además, se podrá proyectar tendencias de acuerdo a las averiguaciones suscitadas. En el tema del Área Natural Protegida CARAZAS, Néstor. CAMARGO, Luis. GIL, Fernando & ZÁRATE, Raúl (2015) en el artículo ‘*Avifauna del Área de conservación regional (ACR) humedales de ventanilla, Callao, Perú: Actualización*’ en la revista Científica. Se realizó una evaluación de la avifauna presente en el Área de conservación regional, Callao (Perú) entre el periodo de agosto de 2011 y diciembre de 2014. Esta evaluación consistió en el trabajo mensual de monitoreos en el que se registraron 121 de especies de aves entre migratorias y residentes, y se descubrieron 43 nuevas especies. Del total de especies registradas se hallaron 38 familias y 18 órdenes, siendo el orden Charadriiformes que posee la máxima cifra de especies registradas. Asimismo, se encontraron un par de especies endémicas: *Cinclodes taczanowskii* y *Geositta peruviana*. Finalmente, con referencia a la estacionalidad se especificaron 6 categorías: 1 especie migratoria austral, 31 especies migratorias boreal, 55 especies residentes, 22 especies migratorias locales, 7 especies migratorias altoandinas y 5 especies consideradas como raras o divagantes. Con respecto a la nanotecnología LIMING & ZHIRAN (2017). In the article “*Application of ozone micro-nano-bubbles to groundwater remediation*”. El propósito del estudio fue investigar la viabilidad y eficacia de aplicación de las Ozono (MNBs) para remediar aguas subterráneas, se analizaron ciertas características de las Ozono NNBs como su distribución de tamaño, cantidad de burbujas y potencial zeta. Aquellas demostraron eficacia al tratar aguas contaminadas con materia orgánica, además se realizaron pruebas de columna. Basado en las pruebas de laboratorio, monitoreo de campo se llevó a cabo en un tricloroetileno (TCE)-sitios contaminados. Los resultados mostraron que ozono MNBs

permite mejorar la eficiencia de la remediación y representan una tecnología innovadora para la remediación in situ de agua subterránea contaminada con materia orgánica. En el caso de MACASSI (2017), en la investigación de grado “*Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción*” en el que se utilizó un tanque reactor con un sistema de producción de nanoburbujas con el método Venturi. Las nanoburbujas promueven la evolución de seres vivos biológicos que remueven eficazmente elementos orgánicos, finalizando el proceso se evidencia los resultados obtenidos que los fluidos se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles LMP para la DQO, DBO y sólidos totales, siendo en este caso los primordiales indicadores de contaminación. Asimismo, MALDONADO (2017), en su trabajo de investigación “*Reducción de la concentración de colorante Negro Reactivo 5 en agua mediante el uso de las Micro nanoburbujas de Ozono – Aire escala laboratorio*” tuvo como objetivo aminorar el color en aguas contaminadas por el colorante Negro Reactivo 5, colorante con gran demanda en industrias textiles por su relación con las fibras celulósicas, a través del uso de la técnica del nano burbujeo con Ozono-aire. El experimento se llevó a cabo en un laboratorio con 3 concentraciones distintas de 100mg/L, 230mg/L, 530 mg/L de colorante Negro Reactivo 5. Se trabajó en dichos valores debido a que ahí se evidencian los colorantes en los efluentes industriales. Se consiguió como resultado la minimización del color de 100 mg/L en 90.95%, de 230 mg/L en 95.17 % y 530 mg/L en 97.28% en un tiempo de dos horas con veinte minutos. Asimismo, se consiguió la reducción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) inicial en la primera conglomeración (100 mg/L) de 674 mg/L a 241,27 mg/L; en la concentración 2 con una DQO inicial de 821 mg/L a 747.10 mg/L; en la concentración 3 (530 mg/L) con una DQO inicial de 1100 mg/L a 356.37 mg/L en un tiempo de 140 minutos. Asimismo, MÉNDEZ (2017) en su tesis profesional “*Reducción de la DQO y materia orgánica usando micro-nano burbujas de aire en agua contaminada con amoxicilina a nivel laboratorio*” tuvo un método pre-experimental y los instrumentos fueron validados a juicio de 4 expertos. Se realizaron tres ejemplares con tres diversas concentraciones de amoxicilina por litro de agua desionizada, además de otras 3 muestras con 3 distintas concentraciones de DQO y también 3 muestras con desiguales concentraciones de materia orgánica, se consideran contaminadas dichas muestras. Se obtuvieron porcentajes de disminución de DQO de 76.9%(M1), 56.3% (M2), 68.6% (M3); en cuanto al elemento orgánico la reducción fue de 65.8%(M1), 55.7% (M2),

40.9%(M3) luego de los procedimientos. Por ello, se demuestra que las micro-nanoburbujas logran aminorar la carga orgánica y DQO. De tal manera, MENENDEZ (2017) en su trabajo de investigación de grado denominada “Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas hospitalarias, Lima” es una investigación de tipo aplicativo de diseño pre - experimental ya que las muestras tienen un pre y post del procedimiento con las micro-nanoburbujas de ozono- aire. En la realización del experimento se elaboró una muestra de un total de 75 litros de agua desionizada con amoxicilina en concentraciones de 0.5 g/L, 1 g/L y 2.5 g/L; de las cuales 60 litros se usaron para el experimento con micro-nanoburbujas de aire 3 en distintos tiempos de 15, 30 y 45 minutos, los 15 litros restantes se usaron como muestra en blanco. Se concluye luego de los análisis de laboratorio que optar por estas tecnologías limpias de micro-nanoburbujas de aire en fluido alterado con amoxicilina, reduce la concentración de DQO y materia orgánica. De tal manera, POZO (2018), en su tesis designada “Producción Hidropónica de apio (*Apiumgraveolens*) y lechuga (*Lactuca sativa*), inyectando Micro-nanoburbujas en riego” presentó como objetivo evaluar la utilización de un generador de micronanoburbujas (MNB) adaptado a un sistema NFT 8 (Técnica de la película de nutriente) y contrastar con un sistema NFT convencional con la intención de especificar mejoras en los indicadores de producción. Las pruebas se realizaron en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) y apio (*Apiumgraveolens*) en dos estaciones, en primavera la inicial operación de siembra y la posterior fue en verano. El estudio estadístico fue un diseño al azar evaluando las medias por la prueba de Tukey. En los rendimientos se observa que las micro nanoburbujas en la estación de primavera reduce el ciclo vegetativo de lechuga en 13 días y apio en 6 días de diferencia a la cosecha y en la estación de verano en lechuga 4 días y en apio 8 días de diferencia a la cosecha con respecto al testigo. La aplicación de las micro nanoburbujas en la primer y segundo periodo, la lechuga reveló un aumento de los indicadores respecto al testigo con un promedio total de altura de 59.3 cm a diferencia del segundo periodo que se alcanzó una altura promedio total de 53.4 cm. Mientras que, los cultivos de apio en los dos periodos de cosecha no se manifestaron desigualdades notorias. Por su parte, SJOGREEN, Carlos, et al (2015). En el trabajo “Experimental study of nanobubbles in salt solutions” tuvo como objetivo analizar la alteración de su dimensión, concentración, pH, temperatura y niveles de agregación, a través de la inyección de oxígeno por rotación a la solución salina, en la procura de una solución con distribución homogénea. Finalmente conseguida la solución, se sometió a diversas pruebas a

tiempos distintos para observar las variaciones en las nanoburbujas. La caracterización del tamaño de las nanoburbujas en la solución se realizó con la técnica de dispersión dinámica de la luz. La cantidad de la solución se estimó a través de un proceso semicuantitativo teniendo en cuenta la concentración de partículas estándar y la tasa de conteo por segundo del artefacto. Se evaluó el potencial  $\zeta$  para establecer parámetros de agregación y estabilidad de nanoburbujas a distintas temperaturas y pH. En la temperatura  $T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se evidenció que el diámetro de las nanoburbujas permanece prácticamente constante en el tiempo (1000 a 2000 nm), indistintamente de los valores de pH, alcanzándose la mejor estabilidad de las nanoburbujas. También, CRUZ (2016), en su artículo *“Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micro-nanoburbujas de aire-ozono, Carhuaz-Ancash”* Su objetivo principal fue disminuir los coliformes totales y fecales utilizando las micro-nanoburbujas de aire-ozono, observadas en fluidos residuales de casas en el distrito Carhuaz en Ancash. Se utilizó un generador de micro-nanoburbujas de aire-ozono con un caudal de 4.67 L/min. La dimensión media de las micro-nanoburbujas fue de 6.74  $\mu\text{m}$ . Al suministrar el procedimiento se consigue cumplir el objetivo principal. La concentración inicial de Coliformes fecales fue 130000 NMP/100 mL y para coliformes totales 240000 NMP/100 mL. Posterior de utilizar el tratamiento se alcanzó los resultados siguientes: primer tratamiento la reducción fue de 1000NMP/100 ml y 4500 NMP/100 mL, segundo tratamiento la reducción fue 500 NMP/100 mL y 2500 NMP/100 mL, tercer tratamiento la reducción fue 100 NMP/100 mL y 100 NMP/100 mL. El promedio de la eficiencia de reducción para coliformes fecales es de 99.58 % y para coliformes totales fue de 99.01 %. Además, las propiedades físicas y químicas mejoraron para tratar el efluente. Finalmente, la aplicación de las micro-nanoburbujas es eficiente, debido a que posibilitó la reducción de los coliformes y se redujo la contaminación por los efluentes residuales domésticos. Según SHOICHIRO (2014). En el artículo *“Effects of Flow Rate and Gas Species on Microbubble and Nanobubble Transport in Porous Media”* El transporte de microburbujas y nanoburbujas (MNB) en medios porosos ha llamado la atención como una tecnología prometedora para la remediación de suelos y aguas subterráneas. Comprender los mecanismos de transporte de MNB en suelos es esencial para optimizar las técnicas de remediación basadas en MNB, además analizaron las tasas de flujo y las especies de gases de burbuja en las características de transporte de los MNB en columnas empacadas con perlas de vidrio. Las micro burbujas y las nanoburbujas se crearon mediante inyección de aire u oxígeno

en las columnas a diferentes caudales. Todos los resultados mostraron un marcado atrapamiento de MNB dentro de las columnas y un retardo relativamente mayor de MNB con un tamaño de burbuja más pequeño. El atrapamiento se mejoró para los MNB basados en aire con un caudal más bajo. Un modelo de convección-dispersión que incluye uniones de burbujas podría capturar bien las curvas de efluente obtenidas para el transporte de MNB en condiciones de alto flujo. Para condiciones de flujo bajo, un modelo que incluye el desprendimiento de unión de burbujas y los términos de deformación describen mejor los datos. Los parámetros del modelo ajustado sugirieron que la tensión irreversible es un importante mecanismo de deposición para el transporte de MNB en medios porosos. Por otra parte, TOMOHIRO (2013), en el artículo "An introduction to Micro/nano-Bubbles and their Applications" Las microburbujas se aminoran paulatinamente de tamaño porque la disolución de gases internos en el líquido circundante va desapareciendo. Además, se ha demostrado que los radicales libres se producen mientras explotan las micro/nano-burbujas. Dicho artículo se concentra a la aplicación biológica del tratamiento con las micro/nano-burbujas y se inserta el concepto del dispositivo de manipulación a nivel celular en el consecuente nivel del desarrollo. Asimismo, en el futuro la aplicación de las micro-nanoburbujas a través de sistemas de biocomputación se encuentra en discusión. En otra investigación de los autores, FAN, Maoming., TAO, Daniel. ZHAO, Yuemin & HONAKER, Rick (2013). En el artículo "Effect of nanobubbles on the flotation of different sizes of coalparticle" La flotación por espuma es el método más utilizado para separar el carbón fino, especialmente el carbón con propiedades de coquización. Sin embargo, la flotación por espuma no es eficiente para tratar el carbón ultra fino y las partículas de carbón grueso. Nuestros resultados de pruebas fundamentales anteriores demostraron que las nanoburbujas generadas por cavitación de alrededor de 700 nm de diámetro pueden mejorar significativamente el rendimiento de la flotación de carbón y fosfato en un amplio rango de tamaño de partícula. En este estudio, el efecto de nanoburbujas en el rendimiento de flotación de diferentes fracciones de tamaño de partícula de carbón se investigó utilizando un Banco de celdas de flotación de 10 L, una columna de 50 mm de diámetro interior especialmente diseñado y un diámetro interior de 152mm.columna. Se encontró que las nanoburbujas que se formaron directamente o se unieron posteriormente a la superficie de las partículas de carbón durante el proceso de flotación por espuma mejoraron la eficiencia de flotación. El uso de nanoburbujas en un banco de células mecánicas de flotación y flotación de columnas aumentó

significativamente la recuperación de la flotación en un determinado grado del producto. Las presencias de las nanoburbujas en la suspensión de flotación podrían extender los límites de tamaño de partícula inferior y superior para una flotación de carbón efectiva. Según VALENZUELA L. (2017) en su tesis “Reducción de plomo y silicio en aguas de lavado de gases de una empresa de servicios usando micro-nanoburbujas de aire-ozono, Lima 2017” tuvo como objetivo general reducir la concentración de plomo y silicio utilizando la técnica de las micro-nanoburbujas de aire-ozono, en aguas de lavado de gases de una empresa de servicio. El trabajo fue de tipo explicativo pre experimental con enfoque cuantitativo, sus variables fueron la concentración de metales en el agua y la eficiencia de las micro-nanoburbujas. Se usó el generador de micro-nanoburbujas con el propósito de disminuir los metales pesados, la muestra fue recolectada de una válvula de pugar del lavador de gases, se realizó un análisis preliminar del agua de lavado de gases para comprobar el nivel de infección de plomo y silicio las cuales fueron de 32.26 mg/L del plomo y 70.49 mg/L de silicio, posteriormente se realizó el tratamiento con el generador de micro-nanoburbujas por tres tiempos de 8-16-24 minutos, con pH de 6=8=10 hasta lograr una minoración de plomo de 0.088 mg/L y de silicio de 12.97 mg/L del agua residual.

Según la Resolución Ministerial-N° 051- 2014-MINAM define que los **humedales** son espacios o áreas recubiertas o colmadas de agua, bajo una dirección hídrica ordinaria o simulado, constante o eventual, dulce, salobre o salado, y que guarece comunidades biológicas características, que abastece servicios ecosistémicos. (MINAM, 2014). Además, los humedales se presentan de forma eventual (charcas) o constantes (lagos, ríos, lagunas, marismas, etc). Aproximadamente el 6.4 % del plano terrestre están ocupados por humedales, son hábitat donde albergan gran diversidad de flora, fauna e hidrófilas. (FAYANAS, 2013).

**Los tipos de humedales** se clasifican por el tipo de cuerpo de agua, como **Artificiales** que son reservorios de agua establecidos por la mano del hombre. También los **Estuarinos** que están vinculados a la desembocadura de los ríos, debido a ello presentan aguas salobres, se destaca la creación de ecosistemas de manglares. Además se presentan los **Ribereños aquellos** humedales que se evidencian en las riberas de los ríos. **Los Marino-costeros**, estos humedales están vinculados primordialmente a la existencia de agua marina y los espacios intermareales. Por otra parte, tenemos a los **Lacustres** que están relacionados con lagunas

naturales de aguas dulces, saladas o salobres. Por último se conoce a los **Palustres** los cuales están relacionados a espacios pantanosos como marismas y ciénagas. **La clasificación** según la Secretaría de Convención Internacional sobre humedales RAMSAR (2006), el objetivo de este acuerdo fue "la conservación y el uso racional de los humedales a través de acciones locales, regionales y nacionales, gracias a la cooperación internacional, como colaboración al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo" (RAMSAR, 2006, p.1). **Los humedales presentan diversas funciones** entre ellas son la recarga de napas subterráneas, estabilización de costas y protección contra marejadas, además retiene y exporta sedimentos y nutrientes, también es capaz de mitigar el cambio climático, participa en la depuración de aguas. Se valora su gran potencial turístico y cultural en la que la población puede recrearse al aire libre, es un lugar de esparcimiento, apoyando un desarrollo sostenible. Sumado a ello, brinda protección de acogida de vida animal salvaje y biológica para diversas especies. **Los Humedales de Villa o El Refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa (RVSPV)** está localizado en la ciudad de Lima, en el distrito de Chorrillos. Es un oasis natural cobija una copiosa cifra de especies de fauna y flora. Su extensión es de 263.27 hectáreas y goza de la categoría internacional Ramsar. El humedal de Villa se han registrado 5 espejos de agua, 210 especies de aves, 13 peces, 5 anfibios y reptiles, entre otros. Durante los meses de noviembre y diciembre se aprecia grandes bandadas de aves, entre 15 mil y 20 mil, que proceden del hemisferio norte y permanecen en el humedal, en otras ocasiones solo realizan una parada con el propósito de continuar su viaje hacia el sur del país.

La **ubicación** de los humedales de Villa se localizan en el departamento de Lima (Perú), en el distrito de Chorrillos, entre los Kilómetros 18 y 21 de la antigua panamericana Sur.



Figura 1. Localización de los Humedales de Villa

Fuente: Universidad Nacional del Altiplano Puno

**Los Hábitats presentes en los Humedales de Villa como El Totoral** se encuentran en suelos inundados o en los bordes de los espejos de agua. Particularmente sobresale por la existencia de sociedades espesas de totora (*Typhadomingensis*). Esta planta logra llegar de alto como máximo 3 metros y sus raíces se adhieren firmemente al substrato inundado. Se identificaron otras especies de plantas vasculares que viven en este humedal las cuales son: *Enydrasessilifolia*, *Hydrocotylebonariensi*, *Hydrocotyleumbellata*, *Myriophyllumaquaticum*, *Paspalumvaginatum* y *Phragmitesaustralis*. También se presenta la **Laguna con espejo de agua** constituida por la laguna y los canales que discurren en el interior de los pantanos. Poseen variados elementos de agua de 0,5 a 1,5 m de profundidad y de 50 a 100 m<sup>2</sup> de superficie. Varían en salinidad y el color también entre pardoclaras hasta turbias. En aguas estancadas se evidencia Lennasp “lenteja de agua” y *Azolla filiculoides*. *Pistia striatota* “repollito de agua” y *Echiorniacrassipes* “jacinto de agua” son carentes posiblemente a su baja tolerancia a las aguas salobres. En cuanto a floraciones algales se evidencian como películas superficiales, entre ellas se tiene blanquecinas (salinas) u otras se generan coloración verdosa como la *tretaselmis* sp.



Figura 2. Laguna con espejo de agua

Fuente: Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa

Se puede apreciar **Vega Ciperáceas** en suelos de substratos inundados y en otras ocasiones, junto a vecinos de cuerpos de agua, de totoral y de gramadal. Presenta plantas de 0,5 a 1 m de alto, como la *Schoenoplectusamericanus* ‘‘junco’’ acompañada por una gramínea, *Paspalumvaginatum*. Además tenemos la **Zona arbustiva** la cual representa en dos sectores de cañaveral y arbustos encontrados en medio del totoral y una vega de Ciperaceas, aproximado al espejo superior de agua. Posee en particular, presencia de diversas plantas como la *Myrsinemanglilla*, especie dominante y otras dos especies de *Ludwigia* que son arbustivas. Además, se evidencian herbáceas como *Lycopersiconpimpinellifolium* y *Menthaaquatica*; y otras son trepadoras como *Vignaluteola*. También están presentes *Typhadomingensis* y *Cladiumjamaicense*, que esporádicamente constituyen poblaciones densas. (PULLIDO & BERMÚDEZ, 2018). También relacionado a la zona de gramadales se han encontrado diversas especies de arañas, por ejemplo, los *Theridiidae* habitan en espacios más secos del gramadal en el cual escasea la vegetación y se ha reconocido *Latrodectussp.* ‘‘viuda negra’’.



Figura 3. Zona arbustiva

Fuente: Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa

**Los Gramadales** son una especie vegetal que conforma la mayor área que se desarrolla en suelos arenosos con existencia de *Distichlisspicata* ‘‘grama salada’’, además se encuentran *Schoenoplectusamericanus* y *Paspalumvaginatum*. El agua que proviene de

la napa freática se evidencia de 0.10 m a 2.00 m, debajo de la superficie. En particular el gramadal muestra manojos o almohadillos bajos de 20 a 50 cm de alto. Coligados al gramadal se observan especies inducidas como la ‘‘casuarina’’ *Casuarina equisetifolia* y la ‘‘palmera’’ *Washingtonia robusta*. (PULIDO & BERMÚDEZ, 2018).



Figura 4: Zona de gramadal

Fuente: Elaboración Propia.

El **Litoral marino según** PULIDO & BERMÚDEZ (2018) Es un ambiente donde se aprecian invertebrados marinos y algas que son de utilidad como alimento a las aves de playa y peces. Su función primordial es de ser un lugar de reposo para incontables especies de aves migratorias. Se forma por el movimiento ondular del oleaje y el viento, cursos marítimos locales puesto que, deposita cúmulos de arena que es la zona intermediaria entre la planicie de Villa y el mar. Por otra parte, los **Parques y jardines** son espacios ubicados en zonas colindantes a los Pantanos de Villa, particularmente poseen plantas exóticas, son un hábitat de influencia antrópica con propiedades para la avifauna vinculadas con zonas arbustivas y arbóreas. Se destacan las especies: *Casuarina equisetifolia* ‘‘casuarina’’, *Eucaliptus sp.* ‘‘eucalipto’’ y otras especies de flores como geranios, rosas y claveles.

Entre los **Parámetros físicos** tenemos a la **Conductividad** la cual se establece en umhos/cm o uS/cm. Señala la existencia de sales en forma ionizada, como los cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Posibilita instaurar vínculos e interpretaciones de frutos con los sólidos dispersos en las descargas o cuerpos de agua. Respecto a otros métodos de medida es impreciso y dificultoso, en cambio este es el mejor método de medida indirecta de la

salinidad. Las aguas con alto índice de conductividad son corrosivas. (SIERRA, 2013). También la **Temperatura** °C. es una magnitud física que describe la presencia o falta de calor en la materia, todo lo que exista en el plano físico, en cualquiera de sus estados ya sean sólido, líquido o gaseoso en el medio ambiente. Además, expresa el grado de agitación molecular de los cuerpos relacionado a su energía interna. Alteraciones de la propiedad en las corrientes de agua originan un cambio en el medio de crecimiento de la flora y fauna que habita; acrecienta la capacidad tóxica algunos componentes dispersos en líquido generando minoración de oxígeno disuelto, por ello canaliza circunstancias anaeróbicas del curso. (SIERRA, 2013). Además el **pH Físico** según Rodríguez (2009), es el término empleado que expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua. Asimismo, es el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno. La escala de pH se expande desde el 0 (ácido) al 14 (alcalino) y cuando indica el valor 7 es un valor neutro tal como se muestra en la figura N°5. (RODRÍGUEZ, 2009)

Se define como:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

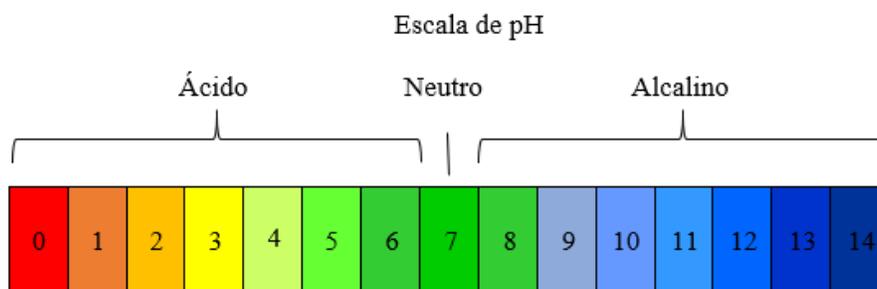


Figura 5. Escala de medición de pH (Rodríguez, 2009).

**Los Sólidos Totales** es un parámetro el cual se define como elemento sobrante luego de evaporar el agua a 105°C, en otras palabras, excluyendo el agua es todo lo presente en la muestra. Por otra parte, se estudiaron los **Parámetros químicos** como **DQO** que es la demanda química de oxígeno (DQO), propiedad química, simboliza cantidad total de elemento existente en disolución y/o suspendida, por ello permite ser oxidada, por la actividad de agentes oxidantes, bajo circunstancias ácidas y se estiman miligramos de oxígeno equivalentes a la fracción orgánica disuelta y/o suspendida por litro de disolución. (RAMÍREZ, 2008). También el **Oxígeno Disuelto (OD)** el cual es la cantidad de oxígeno

gaseoso disuelto en el fluido. Indica por la ley de Henry, que detalla la vinculación de armonía entre la presión parcial de oxígeno atmosférico y la concentración de oxígeno en agua. La presencia del OD en los sistemas acuáticos es importante para que sobrevivan diversas especies de animales marinos; caso contrario, si este se encuentra en bajos niveles significa alta presencia de bacterias en estos sistemas acuáticos. (Alvarado y Aguilar, 2009). También se analizaron los **Parámetros Microbiológicos** como los **Coliformes termotolerantes** que son conocidos como coliformes totales, se le ha otorgado este nombre porque son capaces de tolerar temperaturas de 45°C promedio, dicho parámetro indica la calidad del agua por su origen, el coliforme más significativo de este conjunto es la *Escherichia Coli*, la presencia de este contaminante biológico indica que existe contaminación de heces humanas y heces de animales (Gamarrá y Portal, 2018) citado por (Farfán, 2019). Además, la **Escherichia Coli** el cual es un germen patógeno (bacteria) que normalmente vive en los intestinos de las personas y los animales. Hay muchos tipos diferentes de E.coli .La mayoría de la E.coli se encuentra de forma natural en nuestros intestinos y desempeña un papel importante en ayudar a nuestro cuerpo a digerir los alimentos. Sin embargo, algunos tipos de E.coli pueden provocar diarrea y otras enfermedades. (Kaper, Nataro y Mobley, 2004).De la misma forma se estudiaron lo **Huevos y larvas de helmintos** los cuales son gusanos parasitarios y son la razón de infecciones de mayor frecuencia que dañan personas y animales. Se evidencian en aguas residuales y lodos, ya que suelen ser usados en agricultura, porque contribuyen al suelo con elementos beneficiosos como fósforo y nitrógeno. Sus huevos son descargados en los restos fecales de los humanos que hayan sido contagiados, de modo que así llegan a las aguas residuales y presentan una resistencia muy alta a métodos de la desinfección del agua ya que las capas de los huevos están formadas químicamente por lípidos y proteínas. (Gutiérrez y Jiménez, 2014)

En la **Nanotecnología** tenemos a las **Micro-nano burbujas**. que presentan un diámetro de 10  $\mu\text{m}$  – 100  $\mu\text{m}$  mientras que las nanoburbujas presentan un tamaño menor a 0.2  $\mu\text{m}$  estos son producidas por un equipo generador de nanoburbujas. Véase la figura N°6



Figura 6. Equipo de nano burbujeo

Fuente: S.G.S laboratorio

**Según Morikawa, M.** (2014) menciona que las micro-nano burbujas son la millonésima parte de un metro. “Son muy diminutas a diferencia de las que puedes observar en una gaseosa”. Compuestas de iones electrolíticos, movilizándose como una especie de imán de virus y bacterias que se pegan a su superficie, entonces estallan liberando las partículas con carga negativa, denominadas como radicales libres, que exterminan a estos patógenos. También **Gonzales** (2015), “La producción de burbujas crea una cortina de aire en el agua, que inactiva el fósforo — gran responsable de la eutrofización — que al oxidarlo no es soluble, así que no puede ser usado por los productores primarios (fitoplancton y plantas acuáticas) y abalanza los sedimentos. Es decir que al comparar la generación de burbujas en el humedal es más sencillo que la aireación en el Embalse de Pao-Cachinche, debido a que en el humedal las burbujas

actúan en la superficie. Por otra parte, Valverde (2017), las Micro-Nanoburbujas son hendiduras sub-micrónicas comprendiendo gas en solución acuosa. Las (MBs) poseen un calibre más de 100  $\mu\text{m}$ , las micro-nanoburbujas poseen de grosor entre 1 a 100  $\mu\text{m}$  y las nano-burbujas (NBs) presentan un grosor diminuto a 1  $\mu\text{m}$  adentro del líquido.

La eliminación de los contaminantes y la aminoración de los parámetros físico-químicos, microbiológicos, además de algunos metales pesados. Es porque el oxígeno del aire produce implosión al interior de las células o moléculas de las sustancias orgánicas debido a que las nanoburbujas se quedan en la capa líquida y por la energía electrostática las bacterias y virus son atraídas a su ambiente y al estallar las nanoburbujas generan radicales libres siendo automáticamente aniquilados también las paredes celulares y las moléculas orgánicas. Además, el **Aire** es una mezcla de gases que forman parte de la atmósfera terrestre, debido a la gravedad se encuentra atraído en el planeta Tierra. Es un elemento primordial de la vida en el mundo el cual sirve para toda criatura existente. El aire limpio y puro está compuesto de varias sustancias. Véase la tabla 1.

Tabla 1. Composición del aire

Componente	Concentración aproximada (Volumen)
Nitrógeno (N)	78.03 %
Oxígeno (O)	20.99 %
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.03 %
Argón (Ar)	0.94 %
Neón (Ne)	0.00123 %
Helio (He)	0.0004 %
Criptón (Kr)	0.00005 %
Xenón (Xe)	0.000006 %

Hidrógeno (H)	0.01 %
Metano (CH <sub>4</sub> )	0.0002 %
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	0.00005 %
Vapor de Agua (H <sub>2</sub> O)	Variable
Ozono (O <sub>3</sub> )	Variable
Partículas	Variable

Fuente: Katz, 2011

El **Ozono** es un gas el cual se encuentra de manera innata en la atmósfera y es parte de la capa de ozono. Se caracteriza por ser un estado alotrópico del oxígeno el cual es incoloro, presenta color acre y es muy oxidante. Se origina gracias a la fotólisis, este proceso se da en la estratósfera y consiste en que el oxígeno se descompone por acción de la radiación solar. Su función es de proteger la vida en el planeta, ya que actúa como filtrador de rayos ultravioletas, dañinos para los humanos, plantas y animales. El ozono se puede hallar en los dos niveles de la atmósfera los cuales son la estratósfera y la tropósfera y es parcialmente inestable. (Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, 2012). El **Efecto bactericida**. - Según Ricaurte (2014) El ozono presenta ventaja en relación con otras bactericidas, debido a que este efecto se expresa en bajas concentraciones (0.01 ppm o menos), mientras tiempos de exposición muy breves. Entre los **Beneficios** que presenta el primero es que se emplea durante el procedimiento de purificación fluidos naturales y residuales. El segundo beneficio se refiere a que sirve para eliminar cantidades considerables de microorganismos presentes en aguas contaminadas. Asimismo, recupera la calidad del agua. El cuarto beneficio se relaciona a que es eficiente para expeler el olor. Otro beneficio es que regenera el aire y aumenta la oxigenación. El sexto beneficio es que elimina olores y la turbidez

Luego de la presentación de la problemática y de la revisión teórica, en esta investigación se planteó como **problema general**: ¿Es posible recuperar la calidad del agua de los Humedales de Villa, Chorrillos mediante el uso micro-nano burbujas de aire? Asimismo, tenemos como **primer problema específico**: ¿En cuánto se reduce los parámetros microbiológicos en aguas de los humedales de villa, chorrillos mediante el uso de micro-nano burbujas de aire?, como

segundo **problema específico**: ¿En cuánto se reduce las propiedades físicas en aguas de los humedales de villa, chorrillos mediante el uso de micro-nano burbujas de aire? y como **tercer problema específico**: ¿En cuánto se reduce las propiedades químicas en aguas de los humedales de villa, chorrillos mediante el uso micro-nano burbujas de aire?.

**Justificación Teórica**: Contemporánea indagación se realiza intencionado aportar al conocimiento existente sobre la nanotecnología la cual puede permitir recuperar la calidad el agua en los humedales de villa mediante el uso micro-nanoburbujas de aire. Además, el estudio servirá para investigaciones futuras como fuente de antecedentes y trabajos previos. Por otra parte, la **justificación Práctica** indica que la vigente averiguación se ejecuta porque demuestra alternativas de solución de contaminación de aguas en Pantanos de Villa, Chorrillos mediante uso con micro-nanoburbujas de aire, será gran utilidad para otros investigadores que tengan el propósito de utilizar Nanotecnología con el fin de remediar y recuperar un ambiente contaminado. También la **Justificación metodológica** se realiza con el propósito de lograr los objetivos del estudio, se va a realizar un proceso metodológico el cual consiste en tomar puntos y muestras de la zona de estudio, luego realizar un análisis de las muestras iniciales y posterior a ello se aplicará el tratamiento con micro-nanoburbujas. Además, se aplicará el análisis luego de aplicar el tratamiento con las micro-nanoburbujas de aire para comprobar si se redujeron los parámetros biológicos y las propiedades químicas y físicas del agua.

La **hipótesis general** es: Al utilizar las micro-nanoburbujas de aire se recupera la calidad en aguas de Pantanos de Villa, Chorrillos. La **primera hipótesis específica es**: los parámetros microbiológicos se reducen significativamente al emplear las micro-nanoburbujas de aire en aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos. Como **segunda hipótesis específicas** es: las propiedades físicas se reducen significativamente al emplear las micro-nanoburbujas de aire en aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos. Y la **tercera hipótesis específica es**: las propiedades químicas se reducen significativamente al emplear las micro-nanoburbujas de aire en aguas de los Pantanos de Villa, Chorrillos.

El **objetivo general** de la investigación se planteó con el siguiente enunciado: Recuperar la calidad del agua de humedales de Villa, Chorrillos mediante micro-nano burbujas de aire. El

**primer objetivo específico** se propuso como: Determinar los parámetros biológicos en las aguas de humedales de Villa, Chorrillos posteriormente tratadas mediante micro-nano burbujas de aire. El **segundo objetivo específico** se refiere a: Determinar las propiedades físicas de aguas de Pantanos de Villa, Chorrillos posteriormente tratada mediante micro-nano burbujas de aire. El **tercer objetivo específico** es: Determinar las propiedades químicas de aguas de Pantanos de Villa, Chorrillos posteriormente tratada mediante micro-nano burbujas de aire.

## **II. Métodos**

## 2. 1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es aplicada, tiene orientación cuantitativa debido a que las variables se miden con respecto a parámetros numéricos.

La investigación aplicada, se diferencia ya que rastrea empleabilidad de razones adquiridas, mientras pueden aprender otros, posteriormente de realizar y sistematizar la experiencia basada en averiguación. (MURILLO, 2008).

Es una indagación de categoría explicativa, porque se utilizaron dos variables, independiente y dependiente. Según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) mencionan que “es aquella la cual posee congruencia causal; exclusivamente no busca detallar o vincularse a una dificultad, por lo contrario, trata hallar el origen del mismo”.

En la presente investigación se necesita reducir la carga orgánica en aguas de los humedales de Villa, Chorrillos mediante micro-nano burbujas con Ozono que se demostrará determinando la eficiencia de la técnica con Nanotecnología midiendo ciertos parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Villa antes y después de aplicar el tratamiento.

Es experimental y subtipo pre y post prueba. HERNÁNDEZ, [et al] (2014), indica: “Escenario de dirección en la cual se manipulan, de forma premeditada, crecidamente variables independientes (causas) para disgregar los resultados de tal administración referente a una o diversas variables dependientes (efectos)”

$$GE = O1 - X - O2$$

Donde:

GE= Grupo Experimental

O1 = Concentración inicial de carga orgánica en las aguas de los humedales de Villa.

X = Micro-nano burbujas con Ozono

O2 = Concentración final de carga orgánica en los humedales de Villa.

## **2.2 Procedimiento**

### **Paso 1: Toma de puntos y muestras de la zona de estudio**

Se inició con un viaje para reconocer el Humedal de Villa; lagunas, avenidas, casas y autopista cercanas. Además de evidenciar los lugares donde los pobladores arrojan sus desperdicios.

Los puntos se tomarán con GPS certificado, estableció tres paradas de dominio en el espacio donde haya más concurrencia de personas y dos puntos más a cada extremo de la laguna, con el propósito de estimar e identificar las propiedades fisicoquímicas. Se utilizaron instrumentos de registro de datos de campos en cada punto de muestreo.

### **Paso 2: Análisis iniciales de muestras de agua**

Se realizó un análisis in situ de las muestras extraídas de la laguna para estimar parámetros de pH, temperatura, conductividad eléctrica. Las muestras adquiridas fueron colocados en recipientes de plástico especiales para conservar las muestras de agua y fueron etiquetados según la herramienta acopio de información.

Posteriormente se conservarán en un “cooler” y se trasladarán al taller capacitado.

### **Paso 3: Aplicación del tratamiento**

Las muestras trasladadas al Laboratorio acreditado han sido tratadas con el equipo de Micro-nanoburbujas patentado por el Dr. Jhonny Valverde Flores que posee un sistema dinámico con reflujo.

Previamente a ello, se caracterizó la micro-nanoburbuja:

#### **1. Determinación de la medida**

Se colocó el ejemplar del agua dentro del recipiente indicado, luego utilizando dosificador se obtendrá agua del ejemplar. Se procedió en colocar la muestra en un porta objeto y se agregará azul de metileno. Finalmente se observó el ejemplar en el microscopio.

Se calculó el diámetro de la micro-nanoburbuja mediante la ecuación de Stokes – Einstein. (TSUGE, 2014) citado en (TAPIA, 2017)

$$d(H) = \frac{KT}{3\pi nD} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

d(H): Diámetro hidrodinámico

D: Coeficiente de difusión translacional

K: Coeficiente de boltzmann T, temperatura absoluta

n: viscosidad

## 2. Velocidad de Ascenso

Se relaciona con propiedades físicas del solvente. Debido a que las micro-nanoburbujas poseen un diámetro menor a 1 um proceden en forma de esferas fluidas o esferas sólidas. Se estima mediante la ecuación de Stokes.

$$U = \frac{pgd^2}{18 u} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

U: velocidad ascendente

P: densidad del líquido

g: aceleración gravitacional

d: diámetro de la burbuja

u: viscosidad del líquido

## 3. Presión interna

Se estimó la presión interna de la micro-nanoburbuja a través de la ecuación de Young-Laplace.

$$\Delta P = 4 \frac{\sigma}{d} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

$\Delta P$ : presión de la burbuja

d: diámetro

$\sigma$ : tensión superficial

#### **4. Tiempo de acción**

Se aplicó el tratamiento de micro-nanoburbujas con Aire en intervalos de 15, 30 y 45 minutos con tres repeticiones cada uno por muestra de agua.

#### **Paso 4: Análisis de los ejemplares finales de agua**

La contaminación orgánica, propiedades químicas, físicas y microbiológicas de las muestras finales del agua se realizaron en el Laboratorio S.G.S. Se contrastaron con valores establecidos en el ECA de Agua N° 004-2017-MINAM, categoría cuatro de Conservación del ambiente acuático en lagunas y lagos.

Se demostró el tratamiento con las micro-nanoburbujas con Aire es beneficioso para descontaminar aguas residuales en cuerpos lénticos de agua y será una opción viable para escoger como otro tipo de tratamiento para el agua.

#### **Paso 5: Redacción del trabajo de investigación**

Se recopiló toda la información y datos obtenidos con la manipulación del software de computación Microsoft Excel con el fin de realizar el correcto orden y manejo de los resultados. Con ello se elaboró las conclusiones y se comprobaron supuestos esbozados.

### **2.3 Operacionalización de Variables**

VI      Micro-nano burbujas de Aire

VD      Reducción de la carga orgánica en aguas de los Humedales de Villa

Tabla 2. Variable dependiente

DEPENDIENTE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
	Reducción de carga orgánica en aguas de los humedales	La carga orgánica como el contenido de compuestos de carbono en un efluente, cualquiera sea su origen. Dichos compuestos de carbono son estructuras químicas (moléculas) donde el carbono está enlazado a hidrógeno y otros elementos como azufre, oxígeno, nitrógeno, fósforo y cloro, entre otros Jenck, (2013)	Para determinar la cantidad de carga orgánica en las aguas del humedal de Villa, se considerará los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua	Propiedades Físicas	Temperatura	°C
					pH	Adimensional
					Conductividad eléctrica	S/m
					Sólidos Disueltos Totales	g/L
				Propiedades Químicas	Oxígeno Disuelto	Ppm
					Demanda Biológica de Oxígeno	Ppm
					Demanda Química de Oxígeno	Ppm
					Metales Pesados	mg/L

				Parámetros biológicos	Coliformes Termotolerantes o fecales	NMP/ 100 mL
					Escherichia Coli	NMP/ 100 mL
					Huevos y larvas de helmintos	NMP/ 100 mL

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Variable Independiente

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
I N D E P E N D I E N T E	Micro- nano burbujas con aire	El tamaño de las micro nanoburbujas, son la millonésima parte de un metro. Formadas de iones electrolíticos, actúan como una especie de imán de virus y bacterias que se adhieren a su superficie, para entonces estallar liberando las partículas con carga negativa, conocidas como radicales libres, que exterminan a estos patógenos.  MORIKAWA, (2014).	Para estimar el uso de las micro-nanoburbujas de aire en las aguas del humedal de Villa se medirán sus características físicas.	Características de las micro nanoburbujas	Diámetro	um-nm
					Velocidad de ascenso	m/s
					Presión interna	atm
					Tiempo	Intervalos 15 min 30 min 45 min

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4 Población y muestras

### 2.4.1. Población

Está representada por lagunas de los Humedales de Villa en el distrito de Chorrillos, provincia y departamento de Lima. La cantidad de aguas de las lagunas no es constante. La extensión del Área natural Protegida es 263.27 hectáreas.



Figura 7. Laguna Génesis de los Pantanos de Villa

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.4.2. Zona de estudio

Los Humedales de Villa se ubican en:

Tabla 4. Coordenadas del lugar de estudio

Coordenadas UTM del Humedal de villa
-12°11'42" - 12°13'18"S
-76°58'42" - 76°59'42"W

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.4.3. Muestra

Al iniciar se recolectó 5L de la laguna Génesis para sus respectivos análisis en el laboratorio acreditado. Además, se obtuvo una muestra de 24 L de dicha laguna, con el propósito de aplicar el tratamiento con las micro-nanoburbujas y realizar los respectivos análisis. Se prefiere la Laguna Génesis de los Pantanos de Villa debido a la contaminación que presenta las aguas generadas por diferentes agentes como las actividades antrópicas, las aguas residuales domésticas e industriales, residuos sólidos, restos de animales, restos de construcción y desmonte.

## 2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 5. Resumen de las etapas de la tesis

ETAPAS	FUENTES	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Identificación de los puntos de recolección de muestra	Material bibliográfico y Laguna de pantanos de villa.	Observación y análisis documental	Ficha de registro de datos campo y muestreo (Ver anexo 1)	Zona delimitada para tomar las muestras del agua.
Análisis de las muestras iniciales de agua	Laboratorio acreditado y competente	Observación	Ficha de etiqueta de muestras y ficha de cadena de custodia (Ver anexo 2)	Obtención de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las muestras iniciales
Aplicación del tratamiento con micro nanoburbujas de	Laboratorio acreditado y competente	Experimentación	Ficha de caracterización de las micro nanoburbujas de aire	Determinar la eficiencia del tratamiento con micro nanoburbujas de aire.
Análisis de las muestras finales de agua	Laboratorio acreditado y competente	Observación	Ficha de Cadena de custodia (Ver anexo 3)	La mejora de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las muestras finales
Redacción del trabajo de investigación	Gabinete	Observación I	Formato de resultados de software utilizando (Microsoft Excel 2013)	Demostración de los objetivos, conclusiones y recomendaciones.

## 2.6 Validez

La validación y confiabilidad del instrumento del coetáneo proyecto de averiguación, será revisada, evaluada y firmada a través de 3 especialistas.

Tabla 6. Especialistas

1.	Jave Nakayo, Jorge Leonardo	Ingeniero Agrónomo
2.	Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Dr. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
3.	Tello Mendevil, Verónica	Dra. en educación

## 2.7 Confiabilidad

De acuerdo a la validación de los instrumentos por criterio de expertos esta investigación posee una confiabilidad de 83.3 %.

## 2.8. Métodos de análisis de datos

Es aquella forma donde se usan equipos experimentales para recoger, procesar y analizar información que se obtuvo durante la investigación donde la característica principal de los datos es la variabilidad. La información que se ha logrado conseguir se ordenó mediante tablas estadísticas y serán visualizadas en gráficos, de esta manera, permite esquematizar y analizar los datos por medio del programa Microsoft Office Excel.

## 2.9. Aspectos éticos

La presente investigación por ser de tipo experimental, demostrará la eficiencia del tratamiento de micro nanoburbujas de aire para recuperar la calidad en las aguas de los Humedales de Villa, a través de pasos, métodos con la aspiración de que los resultados sean de conocimiento de las personas, en consecuente del cuidado y preservación de los Pantanos de Villa. A su vez, el estudio servirá como medio de información para futuras investigaciones ya que es verídica. También, las herramientas de acopio de data se aceptaron y toda información recopilada fue citada respetando los derechos de autor. Además, el presente trabajo respetó el código de ética y la resolución N°

0089-2019 de la Universidad César Vallejo y fue evaluada por el software Turnitin con el fin de comprobar la originalidad.

### III. RESULTADOS

Las tablas presentadas a continuación son los resultados de parámetros físicos y químicos de las muestras obtenidas en la laguna Génesis de Pantanos de Villa en los tres tratamientos realizados en los tiempos T1-15 min, T2-30 min y T3-45 min. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Química bajo la supervisión del Docente Alexander Quintana. Estas muestras se obtuvieron de forma aleatoria. Se extrajo cuatro litros de agua proveniente de esta laguna. Los resultados obtenidos se van a comparar con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que indica los ECA (Estándares de Calidad de Aguas) para aguas. Según la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E1: Lagunas y Lagos, también con la categoría 3: de Riego de vegetales y bebida de animales.

Se observó la zona de estudio para realizar la extracción de muestras correspondientes, la cual presenta ciertas características en sus aguas que indican que existe contaminación como el color verdoso, el olor fétido, escasa presencia de fauna y avifauna en dicha laguna, además que está parte de la laguna se encuentra detrás de una construcción abandonada durante el gobierno de Susana Villarán ex alcaldesa de Lima. Dicha construcción se está oxidando, por ende, se genera metales pesados que contaminan dicha laguna, agregado a ello algunas personas botan residuos sólidos, residuos de construcción, desmontes, entre otros. Véase figura 8.



Figura 8. Observación del territorio de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento previo a la extracción de las aguas en laguna génesis el cual es de lavar tres veces las botellas para homogenizar las muestras. Véase la figura 9.



Figura 9. Lavado de recipientes

Fuente: Elaboración Propia

Luego del lavado de los recipientes se procedió a extraer las muestras de la laguna génesis de los Pantanos de Villa. Véase la figura 10.



Figura 10. Lavado de recipientes

Fuente: Elaboración Propia.

Las muestras luego fueron transportadas en un “cooler” debidamente refrigeradas al laboratorio SGS, acreditado por el Inacal para los respectivos análisis fisicoquímicos microbiológicos y de metales pesados. Una parte de la muestra también se trasladó a la Universidad César Vallejo. Véase la figura 11



Figura 11. “Cooler”

Fuente: Elaboración Propia

Las muestras fueron extraídas y conservadas en botellas de especiales para los análisis respectivos, previamente lavadas y desinfectadas con agua destilada para conservar en buen estado las muestras de agua de los Pantanos de Villa. Véase la figura 12.



Figura 12. Recipientes para las muestras de agua

Fuente: Elaboración Propia

En la Universidad César Vallejo se midieron con ayuda del multiparámetro 4 parámetros Temperatura, pH, Conductividad Eléctrica y los Sólidos totales Disueltos. Véase la figura 13 y la figura 14.



Figura 13. Desarrollo de investigación

Fuente: Elaboración Propia



Figura 14. Uso de multiparámetro

Fuente: Elaboración Propia



Figura 15. Muestras de agua post-tratamiento

Fuente: Elaboración Propia



Figura 16. Vertimiento del agua al equipo de nanoburbujeo

Fuente: Elaboración propia

## Resultados iniciales de los parámetros físicos

Tabla 7. Resultados iniciales del parámetro potencial de hidrógeno

pH (Ácido/Base)	Promedio	ECA categoría 4	ECA categoría 3
8.60	8.60	E1: Lagunas y Lagos	D2: Bebida de animales
8.61		6.5 a 9.0	6,5 - 8,4
8.60			

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

Al realizar tres mediciones con el potenciómetro se calculó el valor promedio de las mediciones la cual fue de 8.60 esto indica que es un pH alcalino el cual no ha superado el ECA de agua en la categoría 4, subcategoría E1 de lagunas y lagos. En cambio, en la categoría 3, subcategoría D2 destinado a la bebida de animales si ha excedido lo indicado en el ECA de 8.6 a 8.4.

Tabla 8. Resultados iniciales del parámetro de temperatura.

Temperatura (°C)	Promedio	Unidad	ECA categoría 4	ECA categoría 3
22.2 °C	22.3 °C	°C	E1: Lagunas y Lagos	D2: Bebida de animales
22.3 °C			Δ3 °C	Δ3 °C
22.4 °C				

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

Con el parámetro de la temperatura se tomaron 3 mediciones obteniendo una muestra promedio de 21.4 °C en este parámetro en las dos categorías del ECA de agua en la categoría 4, subcategoría E1 de lagunas y lagos y en la categoría 3, subcategoría D2 destinado a la bebida de animales se ha superado lo indicado en dichas categorías.

Tabla 9. Resultados iniciales del parámetro de Conductividad Eléctrica

Conductividad Eléctrica (uS/cm)	Promedio	ECA categoría 4	ECA categoría 3
22,39 uS/cm	22,46 uS/cm	E1: Lagunas y Lagos	D2: Bebida de animales
22,46 uS/cm		1000 uS/cm	5000 uS/cm
22,52 uS/cm			

Fuente: Elaboración, Propia,

### Interpretación

Con el parámetro de la conductividad Eléctrica se tomaron 3 mediciones obteniendo una muestra promedio de 2246 en este parámetro en la categoría del ECA de agua 4, subcategoría E1 de lagunas y lagos no ha superado de 22,46 uS/cm a 1000 uS/cm y en la categoría 3 subcategoría D2: Bebida de animales no ha superado el estándar de calidad establecido con el valor de 5000 uS/cm.

Según el ECA N° 004-2017-MINAM, detalla en la categoría cuatro de Conservación del ambiente acuático en lagunas y lagos, las concentraciones de carga orgánica: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) debe de ser menor a 5 mg/L y del Oxígeno Disuelto debe ser un valor mínimo de 5 mg/L, con el propósito de conservar y proteger áreas naturales. Además, de analizar su calidad de las aguas residuales que se vierten en las lagunas o ríos ya sean industriales o domésticas.

Tabla 10. Resultados iniciales del parámetro de salinidad

Salinidad (ppm)	ECA categoría 4	ECA categoría 3
	E1: Lagunas y Lagos	D2: Bebida de animales
95.5 ppm	**	**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Resultados iniciales del parámetro de Sólidos Totales Disueltos

Sólidos Totales Disueltos (ppm)	ECA categoría 4	ECA categoría 3
	E1: Lagunas y Lagos	D2: Bebida de animales
13.04 ppm	≤ 25 ppm	**

Fuente: Elaboración Propia

### Resultados iniciales de parámetros fisicoquímicos

Tabla 12. Resultados iniciales de Análisis Fisicoquímicos

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad	Resultado	ECA categoría 4 E1: Lagunas y Lagos
Oxígeno Disuelto	mg DO/L	1.7	≥5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	552.5	5
Demanda química de Oxígeno	mgO <sub>2</sub> /L	1,992.1	5

### Resultados iniciales de parámetros microbiológicos

Tabla 13. Resultados iniciales de los parámetros microbiológicos.

Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos (NMP/100 ml)	Resultado	ECA categoría 4 E1: Lagunas y Lagos	ECA categoría 3 D2: Bebida de animales
Coliformes Termotolerantes	920.0 NMP/100 ml	**	1000

Escherichia coli	79 NMP/100 ml	**	**
Huevos y larvas de helmintos	28 NMP/100 ml	**	<1

Fuente: Elaboración Propia

### Resultados iniciales de parámetros inorgánicos

Tabla 14. Resultados iniciales de los parámetros inorgánicos

Parámetros Inorgánicos (mg/L)	Resultado	ECA categoría 4 E1: Lagunas y Lagos	ECA categoría 3 D2: Bebida de animales
Antimonio	0,00092	0,64	**
Talio	<0,0006	0,0008	**
Aluminio	0,903	**	5
Arsénico	0,90283	0,15	0,2
Bario	0,1532	0,7	**
Berilio	<0.00006	**	0,1
Boro	7,834	**	5
Cadmio	<0,0003	**	0,05
Cobre	<0,00009	0,1	0,5
Cobalto	<0,00003	**	1
Cromo Total	<0,0003	**	1
Hierro	10.0383	**	**
Litio	2,7857	**	2,5
Magnesio	1,590.866	**	250
Manganeso	0,03054	**	0,2

Mercurio	<0,00009	0,0001	0,01
Niquel	<0,0006	0,052	1
Plomo	1,0506	0,0025	0,05
Selenio	0,0199	0,005	0,05
Zinc	3,0026	0,12	24

Fuente: Elaboración Propia

Según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que indica los ECA (Estándares de Calidad de Aguas) para aguas en concordancia con la Categoría 4 de Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E1: Lagunas y Lagos, también con la categoría 3: de Riego de vegetales y bebida de animales. De la tabla N°14 se observa que el metal Arsénico supera la Categoría 4 siendo el valor inicial del metal 0,90283 y del ECA de 0.15 para la subcategoría E1: Lagunas y Lagos, también el Boro con resultado inicial de 7,834 superando el valor del ECA de 5 correspondiente a la categoría 3 subcategoría D2: Bebida de animales.

### Resultados finales de los parámetros físicos

Tabla 15. Resultados de los parámetros físicos después del tratamiento

Parámetros físicos finales						
Muestra de agua	Intervalo de tiempo	T °C	pH	C.E us/cm	SDT ppm	Salinidad ppm
M1	15 min	21.4	7.95	15.49	7.85	9.37
M2	30 min	20.8	7.08	16.66	0	0
M3	45 min	21.0	7.80	19.43	0	0
Inicial	0 min	22.3	8.60	22.46	13.04	95.5

Fuente: Elaboración Propia

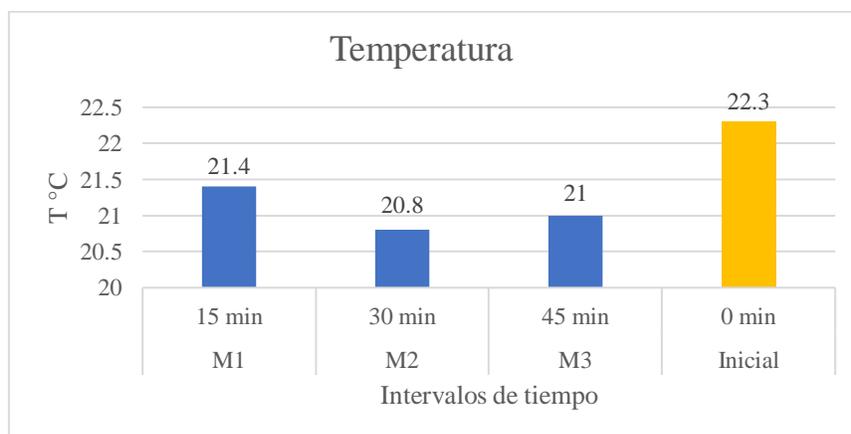


Figura 17. Resultado de Temperatura

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 17 se observa que en el tiempo inicial la temperatura era de 22.3 °C y se aplicó el tratamiento de micro nanoburbujas de aire en tres tiempos de 15 min, 30 min y 45 min. En el T1-15 min la temperatura descendió a 21.4 °C para luego disminuir en el T2-30 min a 20.8 °C y por último, en el T3-45 min la temperatura que se registró fue de 21 °C.

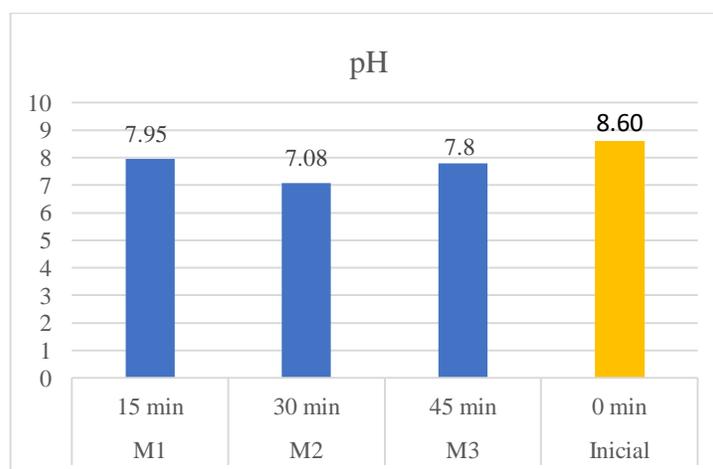


Figura 18. Resultado de pH

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 18 correspondiente al resultado del parámetro pH antes y después de aplicar el tratamiento de micro nanoburbujas de aire se observó que en la muestra inicial el valor fue de 8.60.

En los tres tiempos del procedimiento de T1-15 min, T2-30 min y T3-45 min, se registraron los valores de 7.95; 7.08 y 7.80 correspondientemente.

Conductividad eléctrica (us/cm)

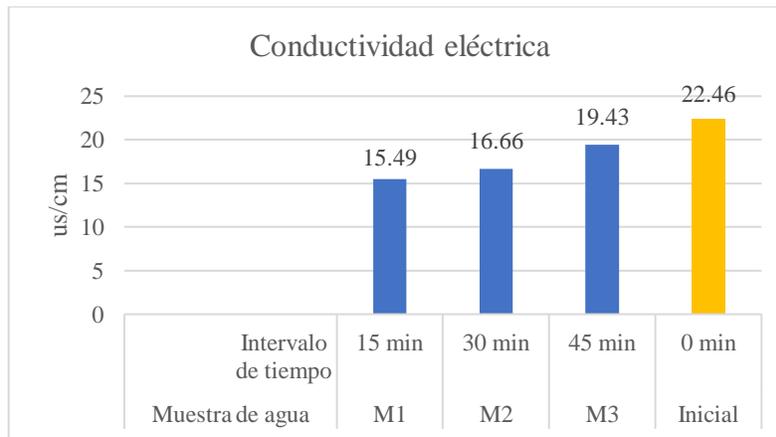


Figura 19. Resultados de conductividad eléctrica.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 19 se obtuvieron los resultados de la conductividad eléctrica antes y después de aplicar el tratamiento de micro nanoburbujas de aire. Se observó que en la muestra inicial el valor fue de 22.46 us/cm. En los tres tiempos del procedimiento de T1-15 min, T2-30 min y T3-45 min, se registraron los valores de 15,49; 16.66 y 19.43 correspondientemente.

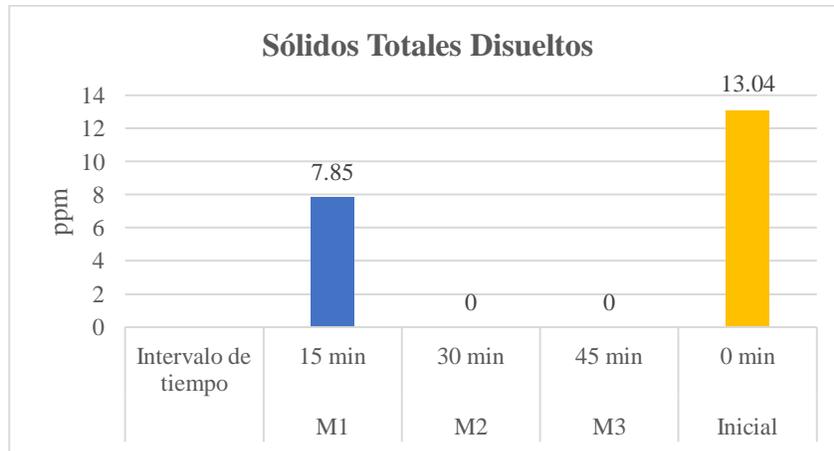


Figura 20. Resultado de sólidos totales disueltos

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 20 se obtuvieron los resultados de los Sólidos Totales Disueltos siendo 13.04 ppm en el tiempo inicial para luego disminuir en T1-15 min a 7.85 ppm y seguido de ello en el T2-30 min y en el T3-45 min los valores se redujeron en su totalidad.

### Salinidad ppm



Figura 21. Resultado de la Salinidad.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 21 se precisa los resultados de la salinidad en tres diferentes intervalos de tiempo de 15 minutos, 30 minutos y 45 minutos. Se observó que en el tiempo inicial el valor de este parámetro

fue de 95.5 ppm para luego reducirse en el T1-15 min a 9.37 ppm y seguido de ello en el T2-30 min y en el T3-45 min los valores disminuyeron en su totalidad.

### Resultados finales de parámetros físico-químicos

Tabla 16. Resultados de los parámetros físico-químicos después del tratamiento

Parámetros físico-químicos finales				
Muestra de agua	Intervalo de tiempo	OD (mgOD/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mgO2/L)
M1	15 min	3.1	472.5	712.6
M2	30 min	2.6	221.0	870.6
M3	45 min	5.3	145.0	553.5
Inicial	0 min	1.7	552.5	1,992.1

Oxígeno Disuelto (mgOD/L)

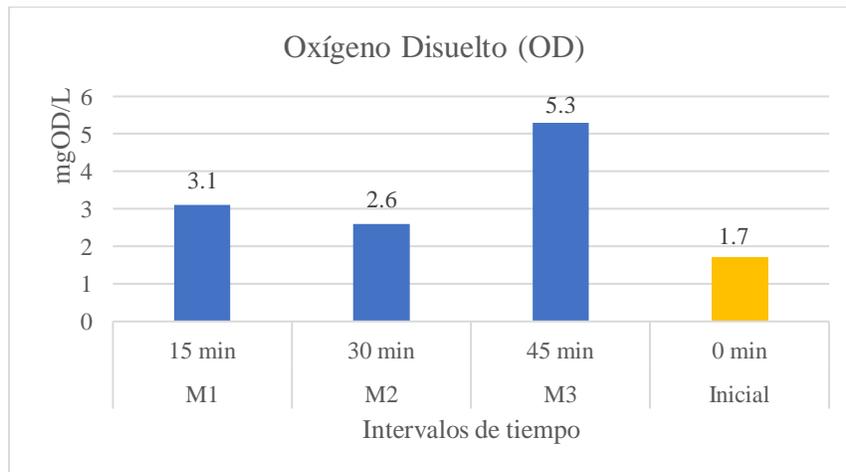


Figura 22. Resultados de Oxígeno Disuelto (OD).

Fuente: Elaboración propia

En la figura 22 se muestran los resultados del Oxígeno Disuelto en los intervalos de tiempo T1-15 minutos, T2-30 minutos y T3-45 minutos. Se obtuvo que en el tiempo inicial el valor de este

parámetro fue de 1.7 mgOD/L. Luego este valor aumentó en el T1-15 min a 3.1 mgOD/L para luego reducirse en el T2-30 min a 2.6 mgOD/L y finalmente incrementarse en el T3-45 min a 5.3 mgOD/L.

#### Demanda Biológica de Oxígeno (mg/L)

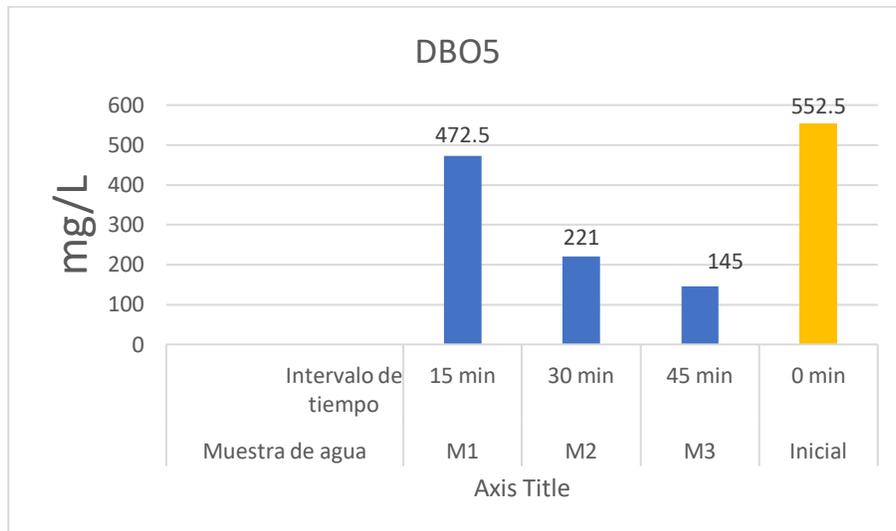


Figura 23. Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 se dan a conocer los resultados de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) para los tiempos de tratamiento T1-15 min, T2-30 min y T3-45 min. En este caso se logró tener un valor de 552.5 mg/L en el tiempo inicial. En el T1-15 min este valor disminuyó a 472.5 mg/L para luego seguir reduciéndose hasta llegar a un valor de 5.3 mg/L en el T3-45 min.

## Demanda Química de Oxígeno (mgO<sub>2</sub>/L)

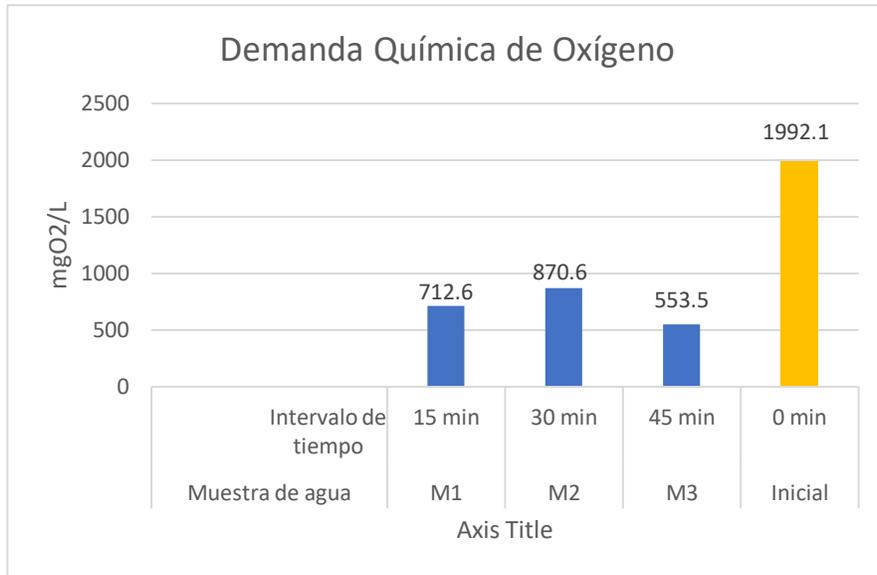


Figura 24. Resultados de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 24 se observó que el valor inicial de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) fue de 1,992.10 mgO<sub>2</sub>/L. Este valor luego disminuyó en el T1-15 min en 712.6 mgO<sub>2</sub>/L pero luego aumentó ligeramente en el T2-30 min a 870.6 mgO<sub>2</sub>/L para finalmente disminuir en el T3-45 min en 553.5 mgO<sub>2</sub>/L.

## Resultados finales de los parámetros microbiológicos

Tabla 17. Parámetros microbiológicos después del tratamiento

Parámetros microbiológicos finales				
Muestra de agua	Intervalo de tiempo	Coliformes Termotolerantes NMP/100 mL	Escherichia coli NMP/100 mL	Huevos y larvas de helmintos (Huevos/L)
M1	15 min	350	33	15
M2	30 min	79	7.8	11
M3	45 min	20	23	3
Inicial	0 min	920.0	79	28

Muestra de agua Coliformes Termotolerantes NMP/100 mL

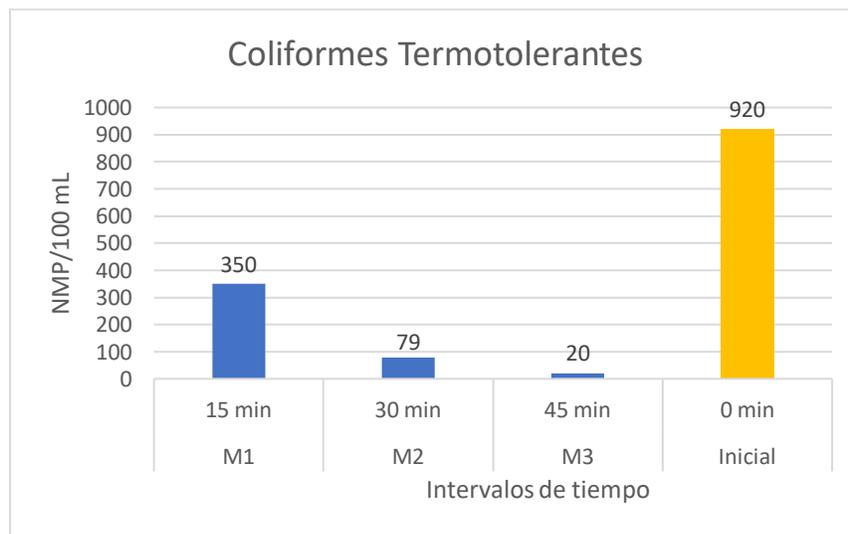


Figura 25. Resultado de Coliformes Termotolerantes

Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 correspondiente a los Coliformes Termotolerantes se tuvo como resultado en el tiempo inicial un valor de 920 NMP/100 mL. En el T1-15 min este valor se redujo a 350 NMP/100 mL para luego seguir reduciéndose hasta el T3-45 min donde se obtuvo un valor de 20 NMP/100 mL.

## Escherichia coli NMP/100 mL

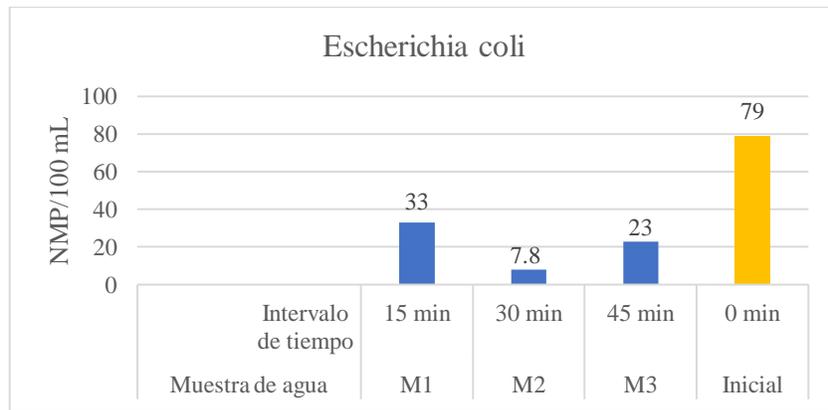


Figura 26. Resultado de Escherichia coli

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la figura N°26 los resultados finales de la Escherichia coli en el que se obtuvo un valor de 79 NMP/100 mL en el tiempo inicial. En el T1-15 min este valor se redujo a 33 NMP/100 mL para luego seguir reduciéndose hasta el T2-30 min a 7.8 NMP/100 mL pero en el T3-45 min este valor aumentó hasta 23 NMP/100 mL.



Figura 27. Resultados de huevos y larvas de helmintos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se observaron los resultados luego del tratamiento de los huevos y larvas de helmintos los cuales en el tiempo inicial tuvieron un valor de 28 Huevos/L. Este valor en el T1-15 min disminuyó a 15 Huevos/L para luego seguir disminuyendo hasta el T3-45 min donde se obtuvo un valor de 3 Huevos/L.

**Comparación de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los ECA (Estándares de Calidad de Aguas)**

Tabla 18. Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 1, Sub categoría aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Parámetro	Unidad de medida	Intervalos de tiempo (min)			A1	A2	A3
		15	30	45			
		15	30	45	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
<b>FÍSICOS</b>							
Temperatura	°C	21.4	20.8	21.0	Δ3	Δ3	**
Conductividad Eléctrica	uS/cm	15.49	16.66	19.43	1500	1600	**
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de ph	7.95	7.08	7.80	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9,0
Salinidad	mg/L	9.37	0	0	**	**	**
Solidos disueltos totales (SDT)	mg/L	7.85	0	0	1000	1000	1500
<b>FISICO-QUÍMICOS</b>							
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	3.1	2.6	5.3	≥6	≥5	≥4
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5t</sub> )	mg/L	472.5	221.0	145.0	3	5	10

Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	712.6	870.6	553.5	10	20	30
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>							
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	350	79	20	20	2000	20000
Escherichia coli	NMP/100 ml	33	7.8	11	0	**	**
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	20	23	3	**	**	**
<b>INORGÁNICOS</b>							
Antimonio	mg/L	0.00095	0.00096	0.0123	0.02	0.02	**
Talio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	**	**	**
Aluminio	mg/L	0.053	0.030	0.187	0.9	5	5
Arsénico	mg/L	0.01240	0.01021	0.01976	0.01	0.01	0.15
Bario	mg/L	0.1538	0.1558	0.1585	0.7	1	**
Berilio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.012	0.04	0.1
Boro	mg/L	7.980	8.427	8.799	2.4	2.4	2.4
Cadmio	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00033	0.003	0.005	0.01
Cobre	mg/L	0.01249	0.01026	0.03922	2	2	2
Cobalto	mg/L	0.01783	0.1620	0.01917	**	**	**
Cromo Total	mg/L	1.3795	0.8929	3.1672	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	2.3226	1.8845	1.1827	0.3	1	5
Litio	mg/L	2.8781	2.9303	2.9005	**	**	**
Magnesio	mg/L	1,526.266	1,529.803	1,532.237	**	**	**
Manganeso	mg/L	0.11949	0.10305	0.67822	0.4	0.4	0.5

Mercurio	mg/L	<0.0000 9	<0.00009	<0.00009	0.001	0.002	0.002
Niquel	mg/L	0.5608	0.5243	0.6491	0.07	**	**
Plomo	mg/L	0.0093	0.0057	0.0218	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.0210	0.0219	0.0225	0.04	0.04	0.05
Zinc	mg/L	0.1855	0.4254	0.8384	3	5	5

Fuente Elaboración Propia

Fuente: Elaboración propia, Resultados de S.G.S laboratorio.

En la Tabla 18 se evidencian los parámetros físicos que no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Decreto Supremo N°04-2017-MINAM, entre ellos se encuentran la Temperatura, la Conductividad Eléctrica, el Potencial de Hidrógeno (pH) y los Sólidos Disueltos Totales (SDT). Mientras que en el parámetro Salinidad no se presenta un valor definido por el ECA. Por otro lado, en los parámetros fisicoquímicos se observa que el Oxígeno Disuelto (OD) solo supera en la sub categoría A3: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado con un valor de 5.3 mg/L. Además, la demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) supera en los tiempos T1-15 min, T2-30 min y T3-45 min a las 3 sub categorías (A1, A2, A3) del ECA y se observa que en el T1-15 min tiene un valor alto de 472.5 mg/L a diferencia del valor en el tercer tiempo de 145.0. Asimismo, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) sobrepasa al ECA en los tres tiempos. En cuanto a los parámetros microbiológicos, los Coliformes Termotolerantes superan al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) en los tiempos T1-15 min, T2-30 min en las sub categorías A1 y A2 con valores de 350 NMP/100 ml y 79 NMP/100 ml respectivamente. Sin embargo, en el T3-45 min los coliformes igualan al valor establecido por el ECA. En los parámetros inorgánicos, los elementos que no han superado al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) son: el Antimonio, Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo, Selenio y el Zinc. En cambio, los parámetros que si superan al ECA son: el Arsénico en el T3-45 min, Boro y Cromo Total en T1-15 min, T2-30 min y T3-45 min. También, el Hierro sobrepasa al ECA en los tres tiempos, pero solo en las categorías A1 y A2, el Manganeso en el T3-45 min en las tres categorías (A1, A2, A3) y el Niquel supera al ECA en los tres tiempos solo a la categoría A1.

Tabla 19. Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 1, Sub categoría B aguas superficiales destinadas para recreación.

Parámetro	UND	Intervalos de tiempo (min)			B1	B2
		15	30	45	Contacto primario	Contacto secundario
<b>FÍSICOS</b>						
Temperatura	°C	21.4	20.8	21.0	**	**
Conductividad Eléctrica	uS/cm	15.49	16.66	19.43	**	**
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de ph	7.95	7.08	7.80	6.0	9.0
Salinidad	mg/L	9.37	0	0	**	**
Solidos disueltos totales (SDT)	mg/L	7.85	0	0	**	**
<b>FISICO-QUÍMICOS</b>						
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	3.1	2.6	5.3	≥ 5	≥ 4
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	472.5	221.0	145.0	5	10
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	712.6	870.6	553.5	30	50
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	350	79	20	200	1000
Escherichia coli	E.coli/100 ml	33	7.8	11	Ausencia	Ausencia
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	20	23	3	**	**

INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0.00095	0.00096	0.0123	0.06	**
Talio	mg/L	<0.0000 6	<0.00006	<0.00006	**	**
Aluminio	mg/L	0.053	0.030	0.187	0.2	**
Arsénico	mg/L	0.01240	0.01021	0.01976	0.01	**
Bario	mg/L	0.1538	0.1558	0.1585	0.7	**
Berilio	mg/L	<0.0000 6	<0.00006	<0.00006	0.04	**
Boro	mg/L	7.980	8.427	8.799	0.5	**
Cadmio	mg/L	<0.0000 3	<0.00003	<0.00033	0.01	**
Cobre	mg/L	0.01249	0.01026	0.03922	2	**
Cobalto	mg/L	0.01783	0.1620	0.01917	**	**
Cromo Total	mg/L	1.3795	0.8929	3.1672	0.05	**
Hierro	mg/L	2.3226	1.8845	1.1827	0.3	**
Litio	mg/L	2.8781	2.9303	2.9005	**	**
Magnesio	mg/L	1,526.26 6	1,529.803	1,532.23 7	**	**
Manganeso	mg/L	0.11949	0.10305	0.67822	0.1	**
Mercurio	mg/L	<0.0000 9	<0.00009	<0.00009	0.001	**
Niquel	mg/L	0.5608	0.5243	0.6491	0.02	**
Plomo	mg/L	0.0093	0.0057	0.0218	0.01	**
Selenio	mg/L	0.0210	0.0219	0.0225	0.01	**
Zinc	mg/L	0.1855	0.4254	0.8384	3	**

Fuente Elaboración Propia

Fuente: Elaboración propia, Resultados de S.G.S laboratorio.

En la tabla N°19 entre los parámetros físicos, solo el Potencial de hidrógeno (pH) supera al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) en los tres tiempos a la subcategoría B1: contacto primario. Para los parámetros físico-químicos, el Oxígeno disuelto (OD) supera a las subcategorías B1 y B2 en el T3-45 min y la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) supera a las dos subcategorías en los tres tiempos respectivamente al igual que la Demanda química de Oxígeno (DQO). En el caso de los parámetros microbiológicos, los Coliformes Termotolerantes exceden al ECA en el T1-15 min a la subcategoría B1. En cuanto a los parámetros inorgánicos, el Arsénico y el Manganeso sólo en el T3-45 min superan a la sub categoría B1. También el Boro, Cromo total, Hierro, Niquel, Plomo y el Selenio son aquellos elementos que exceden en los tres tiempos del tratamiento a la subcategoría B1: Contacto Primario. Sin embargo, los elementos que no han superado al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) son los siguientes: el Antimonio, Aluminio, Bario, Berilio, Cadmio, Cobre, Mercurio y el Zinc.

Tabla 20. Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, Sub categoría D1: vegetales de tallo alto y bajo, Sub categoría D2: bebida de animales.

Parámetro	Unidad de medida	Intervalos de tiempo (min)			D1: Riego de vegetales		D2: bebidas de animales
		15	30	45	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>Físicos</b>							
Temperatura	°C	21.4	20.8	21.0	Δ 3	Δ 3	
Conductividad Eléctrica	uS/cm	15.49	16.66	19.43	2500	5000	
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de ph	7.95	7.08	7.80	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4	

<b>Físico-químicos</b>						
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	3.1	2.6	5.3	4	5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	472.5	221.0	145.0	15	15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	712.6	870.6	553.5	40	40
<b>Microbiológicos</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	350	79	20	1000	1000
Escherichia coli	E.coli/100 ml	33	7.8	11	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	20	23	3	<1	<1
<b>Inorgánicos</b>						
Antimonio	mg/L	0.00095	0.00096	0.0123	**	**
Talio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	**	**
Aluminio	mg/L	0.053	0.030	0.187	5	5
Arsénico	mg/L	0.01240	0.01021	0.01976	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.1538	0.1558	0.1585	0.7	**
Berilio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.1	0.1
Boro	mg/L	7.980	8.427	8.799	1	5
Cadmio	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00033	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.01249	0.01026	0.03922	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.01783	0.1620	0.01917	0.05	1
Cromo Total	mg/L	1.3795	0.8929	3.1672	0.1	1

Hierro	mg/L	2.3226	1.8845	1.1827	5	**
Litio	mg/L	2.8781	2.9303	2.9005	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	1,526.26 6	1,529.803	1,532.23 7	**	250
Manganeso	mg/L	0.11949	0.10305	0.67822	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001	0.01
Niquel	mg/L	0.5608	0.5243	0.6491	0.2	1
Plomo	mg/L	0.0093	0.0057	0.0218	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.0210	0.0219	0.0225	0.02	0.05
Zinc	mg/L	0.1855	0.4254	0.8384	2	24

Fuente: Elaboración propia, Resultados de S.G.S laboratorio.

En la tabla 20 se dan a conocer los valores de los parámetros físicos que han superado a los Estándares de calidad Ambiental (ECA) entre los cuales tenemos a la Temperatura y la Conductividad Eléctrica. Por otra parte, el Potencial de hidrógeno (pH) es un parámetro que se encuentra dentro de los rangos establecidos del ECA en la subcategoría D1: Riego de vegetales y D2: bebidas de animales. Dentro de los parámetros físico-químicos, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) superan a las dos sub categorías (D1 y D2) en los tres tiempos del tratamiento, pero el Oxígeno Disuelto (OD) tiene un valor que solo supera a las categorías anteriores en el tiempo T3-45 min. En cuanto a los parámetros microbiológicos, los Coliformes Termotolerantes y los Escherichia coli no superan a las sub categorías D1 y D2 siendo el parámetro Huevos y larvas de helmintos el único que si ha excedido a las categorías del ECA. En referencia a los parámetros inorgánicos, los que cumplen con superar a las sub categorías D1 y D2 en los tres tiempos del tratamiento son el Boro y el litio. También el cobalto sólo supera a la subcategoría D1 en T2-30 min, así como el Cromo Total supera a la subcategoría D1 en los tres tiempos de aplicado el tratamiento. Además, este último elemento en T1-15 min y en T3-45 min excede a la subcategoría D2. Así mismo, el Magnesio ha excedido la subcategoría D2 en cada tiempo del experimento. El manganeso excede a las dos subcategorías D1

y D2 sólo en T3-45 min. Además, el Niquel rebasa a la subcategoría D1 en cada tiempo del experimento, pero estos valores del tiempo son menores que la subcategoría D2: bebida de animales.

Tabla 21 Contrastación de valores de los parámetros físicos-químicos, microbiológicos e inorgánicos con los Estándares de calidad Ambiental (ECA). Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Sub categoría E1: lagunas y lagos.

Parámetro	Unidad de medida	Intervalos de tiempo (min)			E1: Lagunas y lagos
		15	30	45	
<b>Físicos</b>					
Temperatura	°C	21.4	20.8	21.0	**
Conductividad Eléctrica	uS/cm	15.49	16.66	19.43	**
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de ph	7.95	7.08	7.80	6.5-9.0
Salinidad	mg/L	9.37	0	0	**
Solidos disueltos totales (SDT)	mg/L	7.85	0	0	**
<b>Físicos-químicos</b>					
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	3.1	2.6	5.3	≥ 5
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	472.5	221.0	145.0	5
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	712.6	870.6	553.5	**
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	350	79	20	1000

Escherichia coli	E.coli/100 ml	33	7.8	11	**
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	20	23	3	**
<b>Inorgánico</b>					
Antimonio	mg/L	0.00095	0.00096	0.0123	0.61
Talio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.0008
Aluminio	mg/L	0.053	0.030	0.187	**
Arsénico	mg/L	0.01240	0.01021	0.01976	0.15
Bario	mg/L	0.1538	0.1558	0.1585	0.7
Berilio	mg/L	<0.00006	<0.00006	<0.00006	**
Boro	mg/L	7.980	8.427	8.799	**
Cadmio	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00033	0.00021
Cobre	mg/L	0.01249	0.01026	0.03922	0.1
Cobalto	mg/L	0.01783	0.1620	0.01917	**
Cromo Total	mg/L	1.3795	0.8929	3.1672	**
Hierro	mg/L	2.3226	1.8845	1.1827	**
Litio	mg/L	2.8781	2.9303	2.9005	**
Magnesio	mg/L	1,526.266	1,529.803	1,532.23 7	**
Manganeso	mg/L	0.11949	0.10305	0.67822	**
Mercurio	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.0001
Niquel	mg/L	0.5608	0.5243	0.6491	0.052
Plomo	mg/L	0.0093	0.0057	0.0218	0.0025

Selenio	mg/L	0.0210	0.0219	0.0225	0.005
Zinc	mg/L	0.1855	0.4254	0.8384	0.12

Fuente: Elaboración propia, Resultados de S.G.S laboratorio.

En la tabla N°21 se muestran los valores de los parámetros físicos donde los intervalos de tiempo del Potencial de hidrógeno (pH) se encuentran dentro de la subcategoría E1: Lagunas y Lagos. Con respecto a los parámetros físicos-químicos, el Oxígeno Disuelto (OD) supera a la subcategoría E1 en el T3-45 min, pero la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) excede a esta sub categoría E1 en los tres tiempos del experimento. En cuanto a los parámetros Microbiológicos, solo los Coliformes Termotolerantes no superan a la sub categoría E1 establecida en el ECA. En el caso de los parámetros inorgánicos los metales que no exceden al valor establecido en el ECA de la subcategoría E1 son: el Antimonio, Talio, Arsénico, Bario, Cobre, Mercurio y el Zinc. En cambio, los que han superado el valor de la subcategoría E1 son el Cadmio en el T3-45 min, y tanto el Niquel como el Plomo y el Selenio si superan a esta subcategoría en cada tiempo del tratamiento con micro-nanoburbujas.

## IV. DISCUSIÓN

Al aplicar las micro-nanoburbujas de aire en tiempos de 15min, 30 min, 45 min en las muestras de agua de los Pantanos de Villa, Chorrillos presentó una reducción de los parámetros físicos de Salinidad y Sólidos totales Disueltos en un 100% lo cual presenta concordancia con el trabajo de investigación de TAPIA (2017) la cual tuvo como objetivo calcular la eficiencia del tratamiento utilizando micro-nanoburbujas de aire en donde se removió sales en 47 % ( de 34.46 g/L a 18.41 g/L).

Asimismo, en su tesis CRUZ (2016) la cual tuvo como objetivo reducir los coliformes fecales y coliformes totales a través de las micro-nanoburbujas de aire-ozono, presentes en las aguas residuales domésticas en Ancash demostró que los coliformes fecales o termotolerantes se redujeron de 130000 NMP/100mL a 1000 NMP/100mL en el primer tratamiento, en el segundo se redujo hasta 500 NMP/100mL y en el tercero se aminoró hasta 100 NMP/100mL en contraste con los resultados obtenidos por el Laboratorio S.G.S luego de aplicar el tratamiento de micro-nanoburbujas en T1-15 min, T2-30 min, y T3-45 min los Coliformes fecales o termotolerantes se redujeron de 350 NMP/100mL a 20 NMP/100mL. Por otra parte, también se redujeron el parámetro microbiológico de Huevos y larvas de helmintos de 15 Huevos/L a 3 Huevos/L demostrando que las micro-nanoburbujas son eficientes para reducir contaminantes microbiológicos.

Según los resultados obtenidos por S.G.S Laboratorio los parámetros fisicoquímicos de la  $DBO_5$  se redujeron considerablemente de 552.5 a 5.3 mg/L y la DQO presentó un valor inicial 1,992.1 mgO<sub>2</sub>/L y se evidenció que disminuyó a 145.0 mgO<sub>2</sub>/L como MACCASI (2017) indica en su tesis que el experimento del nanoburbujeo se hace con tiempos de inyección de 2, 4, 6, 8 y 10 horas con un flujo de agua residual regulado. Para 2 horas de inyección de aire el caudal de ingreso y salida de agua residual del tanque fue 0,1389 L/s, con un bajo porcentaje de remoción de la DQO de 0,87%; para las 8 horas de inyección de aire con un caudal de 0,0347 L/s se alcanzó el porcentaje máximo de remoción de la DQO, alcanzando el 79,92%.

También MALDONADO (2017) en su trabajo de investigación “Reducción de la concentración decolorante Negro Reactivo 5 en agua mediante el uso de las Micro nanoburbujas de Ozono– Aire

escala laboratorio”. El experimento se llevó a cabo en un laboratorio con 3 concentraciones distintas de 100mg/L, 230mg/L, 530 mg/L de colorante Negro Reactivo 5. Consiguió la reducción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) inicial de 674 mg/L a 241,27 mg/L, en la concentración 2 con una DQO inicial de 821 mg/L a 747.10 mg/L; en la concentración 3 (530 mg/L) y con una DQO inicial de 1100 mg/L a 356.37 mg/L. Asimismo, los resultados obtenidos en esta investigación se obtuvo que la DQO inicial fue de 1,992.1 mg/L y se observa que se aminora en T1-15 min a 712.6 mg/L, en T2-30 min se registra un valor de 870.6 mg/L y en el tercer tiempo de aplicación de micro-nanoburbujas de aire la DQO ha disminuido hasta 553.5 mg/L.

En otro caso, ABATE (2016) en su tesis “Reducción de coliformes fecales del agua de mar mediante micro-nanoburbujas de ozono - aire de la playa Los Pavos, Barranco”. Aquella playa superaba el valor del Estándar de Calidad Ambiental de 1000 NMP/mL en el parámetro de coliformes fecales. Luego se procedió en aplicar las micro-nanoburbujas en 3 pruebas de laboratorio reduciendo los coliformes fecales a 600 NMP/100mL. Ahora comparando con los resultados que he obtenido en el parámetro de Coliformes fecales el valor inicial fue de 920.0 NMP/100mL demostrando la reducción en T1-15 min a 350 NMP/100mL, en T2-30 min a 79 NMP/100mL y en T3-45 min a 20 NMP/100mL.

## V. CONCLUSIONES

- Según los resultados obtenidos, se ha visto que el tratamiento de micro-nanoburbujas de aire reducen ciertos parámetros físicos como la Salinidad y los Sólidos en su totalidad del agua de la laguna de los Pantanos de Villa.
- Asimismo los parámetros microbiológicos Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli* y Huevos y larvas de helmintos en tres diferentes intervalos de tiempo de T1-15 minutos, T2- 30 minutos y T3-45 minutos, se observa que los Coliformes Termotolerantes de 920 NMP/100 mL se reduce a 20 NMP/100 mL, mientras que la *Escherichia coli* de 79 NMP/100 mL disminuye a 23 NMP/100 mL, además el tercer indicador microbiológico Huevos y larvas, deduciendo que el tratamiento es eficiente.
- Por otra parte los parámetros físico- químicos de OD, DBO5 y DQO en tres diferentes intervalos de tiempo de T1-15 minutos, T2- 30 minutos y T3-45 minutos, se observa que el Oxígeno disuelto aumenta debido a la aireación con las micro-nanoburbujas de aire de 1.7 a 5.3 mgOD/L, por otra parte la DBO5 se redujo considerablemente de 552.5 a 5.3 mg/L y por último la DQO que presentó un valor inicial 1,992.1 mgO<sub>2</sub>/L se evidenció que disminuyó a 145.0 mgO<sub>2</sub>/L.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para la obtención de mejores resultados se debe utilizar el equipo de micro nano-burbujeo en un tiempo más prolongado mayor a 15 minutos ya que reduce con mayor eficiencia los contaminantes presentes en las aguas residuales.
- Para el tratamiento de aguas residuales domesticas se recomienda realizar más estudios aplicando micro-nanoburjujas de aire a este tipo de agua contaminada.
- Se recomienda tener cuidado al momento de experimentar con las micro-nanoburbuja se debe de utilizar guantes y lentes de seguridad.

## VII. REFERENCIAS

- APONTE, Héctor, et al. Artículo “Incendios en el humedal Ramsar Los Pantanos de Villa (Lima-Perú): Avances en su conocimiento y perspectivas futuras”. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 2018. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S231329572018000300008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231329572018000300008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es)
- ALVARADO, J. y AGUILAR, J. 2009. “Batimetría, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto en aguas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica”. *Revista de Biología Tropical* [en línea], vol. 57, pp. 19-29. [Fecha de consulta: 16 de Noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v57s1/art05v57s1.pdf>
- BARRERA, Sergio. Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la laguna de Batico. Memoria (Profesional Geógrafo). Chile: Universidad de Chile, 2011. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100367>
- BENNET & MORÁN. Análisis acerca de la factibilidad de la Nanotecnología para mejorar el cultivo de larvas de camarón. Caso: Safarimar. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/37006/1/TESIS%20NICKY%20BENNET-MARIUXI%20MORAN.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 (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo – Lima Norte, 2017. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_1c612954413e216b93f9d6a7cb4f437e/Description#tabnav](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_1c612954413e216b93f9d6a7cb4f437e/Description#tabnav)
- BRASSECO, Sergio. Análisis del nivel hídrico y las condiciones del humedal de la laguna de tabuco. Memoria (Título Profesional Geógrafo). Santiago - Chile: Universidad de Chile,

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Geografía. Disponible en: [https://www.academia.edu/35660779/\\_AN%C3%81LISIS\\_DEL\\_NIVEL\\_H%C3%84DRICO\\_Y\\_LAS\\_CONDICIONES\\_DEL\\_HUMEDAL\\_DE\\_LA\\_LAGUNA\\_DE\\_BATUCO\\_Memoria\\_para\\_optar\\_al\\_T%C3%ADtulo\\_Profesional\\_de\\_Ge%C3%B3grafo?auto=download](https://www.academia.edu/35660779/_AN%C3%81LISIS_DEL_NIVEL_H%C3%84DRICO_Y_LAS_CONDICIONES_DEL_HUMEDAL_DE_LA_LAGUNA_DE_BATUCO_Memoria_para_optar_al_T%C3%ADtulo_Profesional_de_Ge%C3%B3grafo?auto=download)

CARAZAS, N., CAMARGO, L. y ZÁRATE, R., 2015. Avifauna del Área de conservación regional (ACR) humedales de ventanilla, Callao, Perú: Actualización. *Científica* [en línea], vol. 12, no. 1, pp. 9. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/162/183>

CIPIRAN, Andie. Disminución de la concentración de sólidos totales suspendidos y grasas contenidas en el agua de bombeo de la Empresa Pesquera Austral Group S.A.A. mediante flotación con nanoburbujas. Tesis (Bachiller en Ingeniería Química). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2012. Disponible en: [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3365/CipiranOlivares\\_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3365/CipiranOlivares_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

COTRINA, Ruth., FARFAN, Jacquelin., FLORES, Jose y TESEN, Arody. Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante un sistema de biofiltro a base de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el poblado de San Andrés de Huacar, Distrito de Paccho - Huaura 2019. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo – Lima Norte, 2019. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35550/B\\_Cotrina\\_CRP-Farfan\\_GJD-Flores\\_BJE-Tesen\\_VAJP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35550/B_Cotrina_CRP-Farfan_GJD-Flores_BJE-Tesen_VAJP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CRUZ, Rudy. Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micro-nanoburbujas de aire-ozono, Carhuaz-Ancash. Tesis (Licenciado en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo – Lima Norte, 2016. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/892/Cruz\\_PRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/892/Cruz_PRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Diario oficial EL PERUANO, Lima, Perú, 31 de julio de 2008. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/ds\\_002\\_2008\\_eca\\_agua.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf)

EL OZONO ESTRATOSFÉRICO. 2012. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* [en línea]. 2012, no. 3, pp. 41-49. Disponible en: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=53559383005>

FAN, M., TAO, D., ZHAO, Y. y HONAKER, R. 2013. Effect of nanobubbles on the flotation of different sizes of coal particle. *Mining, Metallurgy & Exploration* [en línea], vol. 30, pp. 157-161. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03402262>

GAMARRA, Billy y PORTAL, Gabriela. Evaluación en la fabricación de bionanofiltros a base de concha-arcilla-almidón, para la purificación de aguas superficiales del rio Tablachaca. Tesis (Ingeniero de Materiales). Trujillo- Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2018. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10628/GAMARRA%20MELENDRES%2c%20Billy%20Johanns%2c%20PORTAL%20PRETEL%2c%20Gabriela%20Roselym.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUERRA, Alfredo y HIYAGON, Genevie. Tratamiento de Agua para Remoción de Plomo Aplicando Nanotecnología. Tesis (Licenciados en Ingeniero Sanitario). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3362/1/guerra\\_aa.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3362/1/guerra_aa.pdf)

HERNÁNDEZ, Roberto., FERNÁNDEZ, Carlos, y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. 2014. [en línea]. [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2019]. Disponible en:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

KATZ, Miguel. Materiales y materias primas: Aire. [En línea]. [Fecha de consulta: 14 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/aire.pdf>

KAPER, J., NATARO, J. y MOBLEY, H., 2004. Pathogenic escherichia coli. *Nature reviews microbiology* [en línea], vol. 2, no 2, p. 123. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrmicro818>

LIMING, H. y ZHIRAN, X., 2018. Application of ozone micro-nano-bubbles to groundwater remediation. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol 342. [Consulta: 14 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389417306222?via%3Dihub>

MALDONADO, Elizabeth. Reducción de la concentración de colorante Negro Reactivo 5 en agua mediante el uso de las Micro nanoburbujas de Ozono–Aire escala laboratorio. Tesis (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo – Lima Norte, 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13412/Maldonado\\_CE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13412/Maldonado_CE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MACASSI, Giuliana. Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción. Tesis (Licenciada en Ingeniería Química Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Química, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3777/Macassi%20Allasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MÉNDEZ, Rossana. Reducción de la DQO y materia orgánica usando micro-nano burbujas de aire en agua contaminada con amoxicilina a nivel laboratorio. Tesis (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_219d63dc22db6a0ea1614be759b9f7eb](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_219d63dc22db6a0ea1614be759b9f7eb)

MENENDEZ, Deessiree. Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima 2017. Tesis (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3568/Menendez\\_ODV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3568/Menendez_ODV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MINISTERIO DE AGRICULTURA, mediante Oficio N° 888-2006-AG-SEGMA-UAD. Categorización de la Zona Reservada Los Pantanos de Villa como Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, Exposición de Motivos. 27 de diciembre, 2006. Disponible en: <https://legislacionanp.org.pe/wp-content/uploads/2012/07/1a.-Anexo-Exposicion-de-Motivos-RVS-Pantanos-de-Villa.pdf>

MINISTERIO DE SALUD. Directiva Sanitaria que Establece el Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano. Directiva Sanitaria N° 038-MINSA/DIGESA-V.01. RM N° 659-2010/MINSA. Lima: Directiva General de Salud Ambiental, 2011. Disponible en: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/DSPC%20Playas%20del%20Litoral%20Peruano.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE (Perú). Resolución Ministerial N° 051-2014-MINAM. Lima:2014. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%B0-051-2014-MINAM.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Legislación sobre áreas naturales protegidas. Disponen la categorización de la Zona Reservada Los pantanos de Villa Decreto Supremo N° 055-2006-

AG. 01 de setiembre, 2006. Disponible en: <https://legislacionanp.org.pe/refugio-de-vida-silvestre-pantanos-de-villa/>

PARDO, Milagros. Nanotecnología con Ozono para la Reducción de Cianobacterias en las Aguas de los Humedales de Villa, Chorrillos, Lima 2017. Tesis (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21259/Pardo\\_RMT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21259/Pardo_RMT.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

POZO, Luis. Producción Hidropónica de apio (*Apiumgraveolens*) y lechuga (*Lactuca sativa*), inyectando Micro-nanoburbujas en riego. Tesis (Magister Scientiae en riego y drenaje). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3677/pozo-moscol-luis-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PULLIDO, V. y BERMÚDEZ, L., 2018. Estado actual de la conservación de los hábitats de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, vol. 25, pp. 679-702. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992018000200019&lang=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992018000200019&lang=en)

PROHVILLA - Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa. Municipalidad de Lima. 18 de marzo de 2015. Disponible en: <http://prohvilla.munlima.gob.pe/>

RAMÍREZ, N., 2016. Tratamiento con ozono de agua residual con taninos de curtiduría al vegetal. *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 7, no 3, pp. 53-73. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222016000300053](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000300053)

RODRÍGUEZ, J., 2009. Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de

Alajuela, noviembre del 2008. *Pensamiento Actual*, vol. 9, pp. 12-13. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897932>

SALGUERO, Jazmín. Reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del Río Chillón mediante micro nanoburbujas de Aire y Ozono, distrito de Ventanilla – Callao 2017. Tesis (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo – Lima Norte, 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3606/Salguero\\_SJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3606/Salguero_SJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SERNANP Perú. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. 31 de agosto, 2006. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/los-pantanos-de-villa>

SECRETARÍA DE LA CONVENCIÓN DE RAMSAR, 2006. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). Disponible en: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib\\_manual2006s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf)

TOMOHIRO, M. Artículo: “An Introduction to Micro/Nano-Bubbles and their Applications”. Tokyo: Nano Bubble Technologies LLC, 2013. Disponible en: [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/sci/pdfs/9SA618ZZ.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/sci/pdfs/9SA618ZZ.pdf)

SJOGREEN, Carlos, et al. Artículo de Investigación: “Experimental study of nanobubbles in salt solutions”. Bogotá, D.C: Universidad Nacional de Colombia, 2017. Disponible en: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?EbscoContent=dGJyMNLr40Sep684yOvsOLCmr1Gep7RSr6a4TbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzpr0murq9QuePfggyx43zx1%2B6B&T=P&P=AN&S=R&D=fua&K=129558790>

SINIA - Sistema Nacional de Información Ambiental. Decreto Supremo N° 004 – 2017- MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones

Complementarias. 07 de junio, 2017. Disponible en:  
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

TAPIA, Johana. Reducción de Salinidad de las Aguas de la Playa San Pedro – Lurín utilizando Nanotecnología (Grafenano) a escala laboratorio. Tesis (Licenciado en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17165/Tapia\\_CJD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17165/Tapia_CJD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

VALENZUELA, Luzmila. Reducción de plomo y silicio en aguas de lavado de gases de una empresa de servicios usando Micro-nanoburbujas de aire-ozono, Lima 2017. Tesis (Licenciada en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3610/Valenzuela\\_FL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3610/Valenzuela_FL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

VALVERDE, Luis. Evaluación del sistema de agua potable en el centro poblado de Shansha – 2017 – propuesta de mejoramiento. Tesis (Licenciado en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26320?show=full>

## **ANEXOS**

**Instrumentos**



Anexo N° 1

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

CUENCA: \_\_\_\_\_  
 AAA/ALA: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR: \_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

Punto de moni- toreo	Descripción origen/ubica- ción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Al- tura	Fecha	Hora	p H	T	O	CO	Cau- dal/pro- fundidad	Observacio- nes
						Norte/ Sur	Este/ Oeste	msn m				° C	mg /L	uS/ cm		

Fuente: Fuente: Ficha adaptada del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)

Anexo N° 2  
ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA

Solicitante/cliente		
Número muestra		
Nombre de laboratorio		
Fecha y hora		
Tipo de cuerpo de agua		
Parámetro requerido		
Operador de muestreo		
Preservada	SI	NO
Tipo de reactivo		

Fuente: Ficha adaptada del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)

Anexo N° 3

Ficha de Cadena de Custodia

N° de muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestreo	Volumen	Preservación					Parámetro Físico- Químicos						Parámetro Biológico			Observaciones
					HCL	H2SO4	HNO3	NaOH	Otro:	Temperatura	pH	COND	DBO5	DQO	OD	Coli. Termotolerantes	Coliformes Totales	Escherichia coli	

Entregado			Recibido		
Nombre y apellidos	Firma	Institución/empresa	Nombre y apellidos	Firma	Institución/empresa

Fuente: Ficha adaptada del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)

## **Validación de instrumentos**

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... ORRIVERDE GALVEZ, JUAN JULIO.....  
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente.....  
 1.3. Especialidad o línea de investigación:..... Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Ficha de Cadena de custodia.....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento:..... Handall Fernández - Prado André Zaid.....

#### 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.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 07 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 81111111 Telf: 55555555

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: RODRIGUEZ GALVEZ, JUAN JOSE  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Hamdell Fernández-Prada Andre Zaid

**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.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si
—

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 07 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 81112  
 DNI No: 84112 Telf: 57011

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gause, Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Etiqueta para muestra de agua  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Handell Fernández - Prada, Andrés Zaid

**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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si
—

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85%

Lima, 07 del mes del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIR.  
 DNI No. 8899265 Tel. 5251449

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Directora EAP Ing. Ambiental - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Cadena de custodia  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Handall Ferrnandez-Prado Andre Zaid

**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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si  
 / / / /

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 07 de Junio del 2019

Verónica Tello Mendivil  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 91633  
 DNI No. 08442536. Telf.: 999879712

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Directora de la escuela de Ing. Ambiental - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Etiqueta para muestra de agua  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Harold Fernández - Iván André Zaid

**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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si  
//////

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima, 07 de Junio del 2019

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 98633  
 DNI No. 08442536. Telf. 999879712

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Directora de la escuela de Ingeniería Ambiental - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Handell Fernández Prado Andre Zaid

**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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si  
 No

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

**85 %**

Lima, 07 de Junio del 2019

Tello Mendivil Verónica  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 111.6.3.3  
 DNI No. 82442536 Telf.: 99879712

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Agricultura - Medio Ambiente  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Datos de Campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Hansell Fernandez Prado Andre Zaid

**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.									/				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									/				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									/				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									/				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									/				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									/				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									/				

**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 :**

80 %

Lima, Junio 05 del 2019

*[Firma]*  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP: 43444  
 DNI No 01000013 Telf: 972005015

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Agricultura - Medio Ambiente  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Esta Fide de Cadena de Custodia  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Harold Fernández - Prado André Zaid

**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.									/				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									/				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									/				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									/				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									/				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									/				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									/				

**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 :**

80 %

Lima, Junio 05 del 2019

*[Firma]*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 43994  
 DNI No. 01066613 Telf.: 992005015

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

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - MEDIO AMBIENTE  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Etiqueta para muestra de Agua  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Humberto Fernández Prada, Andre Zaid

**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.									/				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									/				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									/				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									/				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									/				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									/				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									/				

**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 :**

80 %
------

 Lima, Abril 05 del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 CP: 43446  
 DNI No. 6106003 Telf.: 992005015

## Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google maps

**5.4 MATRIZ DE CONSISTENCIA**

5.4 MATRIZ DE CONSISTENCIA								
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION		
G E N E R A L	¿Será posible recuperar la calidad del agua de los Humedales de Villa, Chorrillos mediante micro-nano burbujas con Ozono?	Recuperar la calidad del agua de los humedales de Villa, Chorrillos mediante micro-nano burbujas con Ozono.	Al utilizar las micro-nano burbujas con Ozono se recupera la calidad del agua de los Humedales de Villa, Chorrillos.	I N D E P E N D I E N T E	Micronanoburbujas con Ozono	Características de las micronanoburbujas	Diámetro	um-nm
							Velocidad de ascenso	m/s
							Presión interna	atm
							Tiempo	Intervalos 15 min 30 min 45 min
E S P E C I F I C A S	¿En cuánto se reduce los parámetros biológicos en aguas de los humedales de villa, chorrillos mediante micro-nano burbujas con Ozono?	Determinar los parámetros biológicos de las aguas de los humedales de Villa, Chorrillos posteriormente tratadas mediante micro-nano burbujas con Ozono.	Los parámetros biológicos se reducen relevantemente al emplear las micro-nano burbujas con Ozono en aguas de los Humedales de Villa, Chorrillos.	D E P E N D I E N T E	Reducción de carga orgánica en aguas de los humedales de Villa	Propiedades Físicas	Temperatura	°C
							pH	Adimensional
							Conductividad eléctrica	S/m
							Sólidos Disueltos Totales	g/L
	¿En cuánto se reduce las propiedades físicas en aguas de los humedales de villa, chorrillos mediante micro-nano burbujas con Ozono?	Determinar las propiedades físicas de las aguas de los humedales de Villa, Chorrillos posteriormente tratada mediante micro-nano burbujas con Ozono.	Las propiedades físicas se reducen relevantemente al emplear las micro-nano burbujas con Ozono en aguas de los Humedales de Villa, Chorrillos.			Propiedades Químicas	Oxígeno Disuelto	Ppm
							DBO	Ppm
							DQO	Ppm
							Metales Pesados	Mg/L
	¿En cuánto se reduce las propiedades químicas en aguas de los humedales de villa, chorrillos mediante micro-nano burbujas con Ozono?	Determinar las propiedades químicas de las aguas de los humedales de Villa, Chorrillos posteriormente tratada mediante micro-nano burbujas con Ozono.	Las propiedades químicas se reducen relevantemente al emplear las micro-nano burbujas con Ozono en aguas de los Humedales de Villa, Chorrillos.			Parámetros biológicos	Coliformes Termotolerantes o fecales	NMP/ 100 mL
							Escherichia Coli	NMP/ 100 mL

						<i>Huevos y larvas de helminos</i>	NMP/ 100 mL
--	--	--	--	--	--	--	-------------

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002</b>						
<b>INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1929302 Rev. 0</b>							
<hr/> <b>ANDRE ZAID HANDALL FERNANDEZ PRADA</b> CHORRILLOS MZ N LOTE 24 1ERA ETAPA-CHORRILLOS-LIMA ENV / LB-346423-002 PROCEDENCIA : CHORRILLOS <hr/>							
Fecha de Recepción SGS : 17-11-2019							
Fecha de Ejecución : Del 17-11-2019 al 29-11-2019							
Muestreo Realizado Por : CLIENTE							
<table border="1" style="margin: 20px auto;"><thead><tr><th style="text-align: center;">Ubicación de Muestreo</th></tr></thead><tbody><tr><td style="text-align: center;">INICIAL 1</td></tr><tr><td style="text-align: center;">T-15</td></tr><tr><td style="text-align: center;">T-30</td></tr><tr><td style="text-align: center;">T-45</td></tr></tbody></table>			Ubicación de Muestreo	INICIAL 1	T-15	T-30	T-45
Ubicación de Muestreo							
INICIAL 1							
T-15							
T-30							
T-45							
Emitido por SGS del Perú S.A.C.							
Impreso el 28/11/2018							
							
Frank M. Julcamara Durapo C.D.N.º 1033 Coordinador de Laboratorio	Elizabeth V. Capuray Espinoza C.D.N.º 8508 Coordinador de Laboratorio Microbiología						
Página 1 de 3							

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					INICIAL 1	T-15	T-30
FECHA DE MUESTREO					17/11/2019	17/11/2019	17/11/2019
HORA DE MUESTREO					08:00:00	09:42:00	10:41:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis Físicoquímicos</b>							
Oxígeno disuelto	EW_APHA4500OC	mg DO/L	0.3	1.0	1.7	3.1	2.6
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	552.5	472.5	221.0
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	1,992.1	712.6	870.6
<b>Análisis Microbiológicos</b>							
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	920.0	350.0	79.0
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	79	33	7.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	28	15	11
<b>Metales Totales</b>							
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.903	0.053	0.030
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00092	0.00095	0.00096
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.90283	0.01240	0.01021
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1532	0.1538	0.1558
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	7.834	7.980	8.427
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	406.288	394.058	28.788
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0005	0.0005
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.01783	0.01620
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	0.01249	0.01026
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	1.3795	0.8929
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	19.1593	20.4302	20.6963
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.459	0.0546	0.0541
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	10.0383	2.3226	1.8845
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	2.7857	2.8781	2.9303
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	1,590.866	1,526.266	1,529.803
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03054	0.11949	0.10305
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00819	0.01056	0.01064
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.5608	0.5243
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	0.000403	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	1.0506	0.0093	0.0057
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	289.04	252.21	272.60
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0698	0.0749	0.0775
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0199	0.0210	0.0219
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	49.04 *	54.39 *	54.46 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	22.92	25.42	25.46
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	6,408.542	6,376.390	6,132.737
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0182	0.0169	0.0176
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.002429	0.002326	0.002474
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0048	0.0147	0.0092
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006	0.0008
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	3.0026	0.1855	0.4254
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00087	0.00063	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T-45
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					17/11/2019 11:01:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFI- CIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Análisis Físicoquímicos</b>					
Oxígeno disuelto	EW_APHA4500OC	mg DO/L	0.3	1.0	5.3
<b>Análisis Físicoquímicos</b>					
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	145.0
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO <sub>2</sub> /L	1.8	4.5	553.5
<b>Análisis Microbiológicos</b>					
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	20.0
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	23
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminths	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	3
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.187
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00123
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01976
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1585
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	8.799
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00033
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	481.899
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01917
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.03922
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	3.1672
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	20.4901
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0150	0.0470	0.0105
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00016
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	1.1827
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	2.9005
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	1.532.237
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.67822
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01148
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6491
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000314
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0218
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	283.26
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0758
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0225
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	68.54 *
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	32.04
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	6,151.974
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
torio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0257
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.002798
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0338
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0010
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.8384
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados. (\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

(\*\*) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

## CONTROL DE CALIDAD

**LC:** Limite de cuantificación  
**MB:** Blanco del proceso.  
**LCS %Recovery:** Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
**MS %Recovery:** Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
**MSD %RPD:** Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
**Dup %RPD:** Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 6%	100%	100%	1%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0 - 8%	96 - 101%	99%	1%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 6%	95 - 102%	102%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	91 - 100%	99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	95 - 97%	95%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 2%	96 - 102%	97%	2%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 7%	95 - 99%	99%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 4%	100 - 102%	100%	1%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 6%	99%	99%	1%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0 - 5%	104 - 105%	106%	2%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 6%	91 - 99%	96%	5%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 7%	98 - 107%	99%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 8%	101 - 106%	99%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 8%	95 - 103%	96%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100 - 105%	100%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 4%	100 - 104%	105%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0 - 6%	97%	97%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0 - 1%	100 - 107%	104%	1%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 98%	91%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	101 - 106%	103%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 8%	99 - 100%	99%	1%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 3%	100 - 105%	105%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	97 - 101%	95%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	95 - 97%	95%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0 - 7%	101%	100%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 8%	98 - 99%	98%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	100 - 102%	103%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 7%	104 - 106%	107%	1%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97 - 101%	97%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	99 - 109%	97%	2%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 5%	93 - 100%	99%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 5%	95 - 102%	97%	3%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 7%	99%	100%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 5%	99 - 106%	102%	1%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 4%	98 - 101%	98%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 8%	108%	109%	5%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 8%	108%	109%	5%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 6%	97 - 100%	97%	1%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 100%	101%	1%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	96 - 100%	98%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 100%	99%	0%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	94 - 101%	103%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 7%	93%	97%	2%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0 - 6%	106 - 107%	100%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 7%	98 - 101%	98%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 6%	96 - 98%	95%	2%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 95%	94%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 7%	91 - 99%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 8%	101 - 102%	103%	0%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	4%	97 - 98%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5		99 - 104%	105%	1%
Oxígeno disuelto	mg DO/L	1.0		0%	100%		

## REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500OC	Callao	Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O-C; 23rd Ed.: 2017. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
EW_APHA9221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed; 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHA9221F_CX	Cajamarca	Numeración de Escherichia coli (EC- MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F. Item 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helminintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. O.M.S. 1997. Item 2.1 Método Bailenger modificado (VALIDADO)2014.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fé pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015