



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Reducción de concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE mediante  
micro-nanoburbujas (aire - ozono) del Taller Ascope – Cercado de Lima

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

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Br. Huallanca Lezameta Yulissa Ivone

**ASESOR:**

Dr. Valverde Flores Jhonny Wilfredo

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

2017

## **PÁGINA DEL JURADO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios por estar a mi lado en todo momento, y guiarme por el buen camino para salir adelante a pesar de las dificultades.

A mis hijos Domenica Rivas Plata Huallanca y Facundo Gonzales Huallanca por ser mi fortaleza y a mis padres Gonzalo y Mercedes por el gran apoyo brindado en varias etapas tanta buenas y malas de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, porque siempre me ha dado las fuerzas necesarias para seguir adelante, dándome una nueva oportunidad para culminar mi carrera universitaria, y poder ser una profesional de éxito.

A mis hijos Domenica Rivas Plata Huallanca y Facundo Gonzales Huallanca por comprender mis estudios para tener un futuro mejor, y ser un ejemplo para ellos que siempre debemos luchar por nuestros sueños a pesar de las dificultades de la vida

Así como también a mis padres Gonzalo y Mercedes por su amor, trabajo y sacrificio durante todos estos años, gracias a ustedes he logrado concluir exitosamente mi carrera profesional, me siento orgullosa de mis padres.

Quiero expresar también mis agradecimientos a mis amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, experiencias siendo parte esencial durante el desarrollo de la tesis.

A mi asesor Dr. Ing. Jhonny Valverde por su apoyo, motivación, tiempo dedicado y constante exigencia para culminar exitosamente la tesis.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **YULISSA IVONE HUALLANCA LEZAMETA** con DNI N° **43122811**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de **Ingeniería**, Escuela de **Ingeniería Ambiental**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 17 de Julio del 2017



---

Yulissa Huallanca Lezameta

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN AGUAS DE LAVADO CON RAEE MEDIANTE MICRO-NANOBURBUJAS (AIRE - OZONO) DEL TALLER **ASCOPE – CERCADO DE LIMA**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Yulissa Huallanca Lezameta

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>1</b>
1.1 Realidad Problemática.....	1
1.2 Trabajos Previos:.....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema, de libros artículos congreso .....	5
1.4 Formulación del problema .....	10
1.5 Justificación del estudio .....	10
1.6 Hipótesis.....	12
1.7 Objetivos.....	13
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>13</b>
2.1 Tipo de estudio .....	13
2.2 Diseño de investigación .....	13
2.3 Variables, operacionalización Variable dependiente:.....	14
2.4 Población y muestra.....	17
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	17
2.6 Métodos de análisis de datos .....	20
2.7 Aspectos éticos.....	20
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 Estudio previo en el taller Ascope – Cercado de Lima.....	21
3.2 Recolección de la muestra .....	22
3.3 Análisis de laboratorio .....	23
3.4 Aplicación de la técnica de las micro-nanoburbujas.....	26
3.5 Tratamiento de las micro-nanoburbujas:.....	26
3.6 Tiempos de tratamiento.....	27
3.7 Análisis de parámetros: .....	29
<b>IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente .....	15
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente .....	16
Tabla 3. Etapas del estudio .....	17
Tabla 4. Resumen del procedimiento de los casos .....	19
Tabla 5. Registro de Ítems .....	19
Tabla 6. Estadísticos de fiabilidad .....	19
Tabla 7. Cuadro de análisis de campo .....	23
Tabla 8. Cuadro de análisis de pre tratamiento.....	23
Tabla 9. Tiempos de la muestra.....	27
Tabla 10. Resultados Obtenidos del pH muestra inicial 1 .....	29
Tabla 11. Resultados Obtenidos del pH muestra inicial 2 .....	30
Tabla 12. Resultados Obtenidos del pH muestra inicial 3.....	31
Tabla 13. Resultados Obtenidos de conductividad muestra inicial 1 .....	32
Tabla 14. Resultados Obtenidos de conductividad eléctrica muestra inicial 2 ....	33
Tabla 15. Resultados Obtenidos de conductividad eléctrica muestra inicial 3 ....	34
Tabla 16. Resultados Obtenidos de turbidez muestra inicial 1 .....	35
Tabla 17. Resultados Obtenidos de turbidez muestra inicial 2.....	36
Tabla 18. Resultados Obtenidos de turbidez muestra inicial 3.....	37
Tabla 19. Resultados Obtenidos de oxígeno disuelto muestra inicial 1 .....	38
Tabla 20. Resultados Obtenidos de oxígeno disuelto muestra inicial 2 .....	39
Tabla 21. Resultados obtenidos de oxígeno disuelto muestra inicial 3 .....	40
Tabla 22. Resultados generales de la muestra Hipótesis 1 .....	42
Tabla 23. Resumen de procesamiento de casos hipótesis 1 .....	42
Tabla 24. Descriptiva hipótesis 1 .....	43

Tabla 25. Pruebas de normalidad hipótesis 1 .....	48
Tabla 26. Resultados de significancia hipótesis 1.....	49
Tabla 27. Resultados generales de la muestra Hipótesis 2 .....	49
Tabla 28. Resumen de procesamiento de casos hipótesis 2 .....	50
Tabla 29. Descriptivos hipótesis 2 .....	50
Tabla 30. Pruebas de normalidad hipótesis 2 .....	52
Tabla 31. Resultados hipótesis general .....	53
Tabla 32. Estadísticos hipótesis general.....	53
Tabla 33. Estadísticas de muestras emparejadas .....	54
Tabla 34. Correlaciones de muestras emparejadas.....	54
Tabla 35. Pruebas de muestras emparejadas hipótesis general .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Taller de centro de acopio de residuos electrónicos Ascope. ....	21
Figura 2. Residuos electrónicos y chatarras .....	22
Figura 3. Lavaderos de las piezas recolectadas. ....	22
Figura 4. Muestras iniciales tomadas .....	23
Figura 5. Insumos y equipos para la calibración de equipos.....	24
Figura 6. Equipo para la medición del pH - Conductividad.....	24
Figura 7. Equipo para la medición del Oxígeno disuelto. ....	25
Figura 8. Equipo para la medición de la Turbidez. ....	25
Figura 9. Generador de micro-nanoburbujas. ....	26
Figura 10. Dosificación de la muestra en el generador de micro nanoburbujas ..	27
Figura 11. Micro-nanoburbujas (aire-ozono) .....	28
Figura 12. NH3 Amoniaco .....	28
Figura 13. Muestras de tratamiento .....	29
Figura 14. Resultados del pH muestra inicial 1 .....	30
Figura 15. Resultados del pH muestra inicial 2 .....	31
Figura 16. Resultados del pH muestra inicial 3 .....	32
Figura 17. Resultados de la conductividad eléctrica muestra inicial 1 .....	33
Figura 18. Resultados de la conductividad eléctrica muestra inicial 2.....	34
Figura 19. Resultados de la conductividad eléctrica muestra inicial 3.....	35
Figura 20. Resultados de turbidez, muestra inicial 1 .....	36
Figura 21. Resultados de turbidez, muestra inicial 2.....	37
Figura 22. Resultados de turbidez, muestra inicial 3.....	38
Figura 23. Resultado de oxígeno disuelto muestra inicial 1 .....	39
Figura 24. Resultados de oxígeno disuelto muestra inicial 2 .....	40

Figura 25. Resultados de oxígeno disuelto muestra inicial 3 .....	41
Figura 26. Microscopio Trinocular.....	73

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue reducir la concentración de Cadmio en aguas de lavado con RAEE, mediante Micro-nanoburbujas (aire-ozono) en el Taller Ascope – Cercado de Lima, para ello se propuso como objetivo principal: reducir la concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE, mediante micro nanoburbujas (aire-ozono) en el Taller Ascope – Cercado de Lima, usando como tipo de estudio el método aplicativo de diseño pre – experimental. La muestra utilizada correspondió a 60 litros de agua recolectada del Taller Ascope – Cercado de Lima, 3 litros de agua en envases de 1 Litro se utilizaron en los análisis de agua para determinar la concentración de cadmio total en muestra 1, 2 y 3. Los 60 litros fueron colocados en tres envases de plástico conteniendo 20 litros de agua en cada muestra se le denominó 1,2 y 3; para iniciar el tratamiento de las micro nanoburbujas (aire-ozono).

La confiabilidad de los resultados se realizó con el estadístico del alfa de Cronbach obteniendo un valor de 0,92, el cual significa el 92 % en la medición de datos. De los resultados se destaca que el uso de las micro nanoburbujas (aire- ozono) reduce positivamente la concentración de cadmio en el agua del taller Ascope – Cercado de Lima, en la fase inicial fue de 3,251 mg/L, en la fase post del tratamiento de 4 minutos fue de 2,973 mg/L; en la fase de tratamiento de 8 minutos 3,076 mg/L y la fase de tratamiento de 12 minutos fue 3,082 mg/L.

**Palabras claves:** Aguas, Cadmio, Micro nanoburbujas, aire y ozono.

## ABSTRACT

The objective of the research was to reduce the concentration of Cadmium in wastewater with WEEE, through micro nanobubbles (air-ozone) in the Workshop of Ascope - Cercado de Lima, for them it was proposed as the main objective: to reduce the concentration of cadmium in water of washing with WEEE, by means of micro nanobubbles (air-ozone) in the Ascope Workshop - Cercado de Lima. The type of study is pre - experimental design application. The sample used corresponded to 60 liters of water extracted from the Ascope Workshop - Cercado de Lima, having as initial samples 3 liters of water in 1 liter containers each and the water analysis to determine the total cadmium concentration in sample 1, 2 and 3, the 60 liters were placed in three plastic containers each containing 20 liters of water was named to each sample 1, 2 and 3; to start the treatment of micro nanobubbles (air-ozone)

The reliability of the results was carried out with the Cronbach statistic with a value of 0.92. From the results, it is worth noting that the use of micro nanobubbles (air-ozone) positively reduces the concentration of cadmium in the Ascope Workshop - Cercado de Lima water, whose percentage in the initial phase was 3,251 mg/L, in the post phase of the 4-minute treatment was 2.973 mg/L; 8 minutes treatment 3.076 mg/L and the 12 minute treatment was 3.082 mg/L.

**Keywords:** Water, Cadmiun, Micro nanobubbles air and ozone.

## **I. INTRODUCCIÓN:**

El agua es un recurso natural importante para el desarrollo de muchas actividades que dependen de ella, asimismo es la base fundamental para la vida. Los principales problemas que afectan a la calidad del agua, es la contaminación ocasionada ya sea por las diversas actividades una de ellas son los metales pesados. Frente a este problema se debe investigar para luego desarrollar tecnologías como la nanotecnología así ayudará a mejorar la calidad del agua de manera sostenible con el medio ambiente.

El problema de investigación es el inadecuado manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que se hacen en los talleres. Por estas causas el agua se contamina por los lavados de algunos dispositivos.

En la presente investigación se trabajó con la tecnología de las micro-nanoburbujas. Se analizó la capacidad para reducir la concentración de cadmio; es decir con el equipo para tratar el agua.

En el primer capítulo se describen la realidad problemática, los trabajos previos, teorías relacionadas al tema, justificación, hipótesis y objetivos.

En el segundo capítulo se desarrolla la metodología de la investigación, donde se describe el detalle del diseño de la investigación.

En el tercer capítulo se detalla la interpretación de los resultados del experimento realizado. Los resultados serán de tipo cuantitativo, representado en tablas y figuras para una mejor comprensión.

Finalmente, en los capítulos siguientes se detalla la discusión, conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

### **1.1 Realidad Problemática**

El uso frecuente de aparatos eléctricos y electrónicos en la vida diaria ha incrementado haciendo que estos aparatos se conviertan en residuos. En la actualidad se estima que la generación de residuos electrónicos supera las 20 mil toneladas al año en el Perú, y solo el 10% de estos residuos son llevados a tratamiento mediante el uso de planta de tratamiento de residuos certificadas, el 90% restante derivan a botaderos informales, que causan impactos negativos en el medio ambiente, riesgos a la salud de las personas que los manipulan por los metales peligrosos que contienen y en el ornato de

la ciudad (MINAM, 2008).

Los equipos en desuso o los desechos electrónicos con un tratamiento adecuado pueden reutilizarse o reciclarse. A nivel mundial se han presentado iniciativas y propuestas para abordar las temáticas sobre los problemas y desafíos que presenta el manejo de equipos obsoletos o desechos electrónicos, a lo cual se han incluido empresas y consumidores para comprometerse al cumplimiento de objetivos, políticas y regulaciones.

Algunos residuos eléctricos y electrónicos no tienen el debido tratamiento adecuado, siendo depositados en talleres informales que no cuentan con áreas adecuadas. Ello ha traído como consecuencia la alteración de la composición de los recursos naturales, ya que la calidad del agua es impactada por la concentración de metales pesados (cadmio), elementos que generan deficiencias en el ambiente y a la salud. Asimismo, el Cadmio, tiende a denegar las propiedades físicas y químicas del agua.

El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para aguas”, categoría 1 – A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional; establece el valor máximo de 0,005 mg/L de Cadmio. (Ministerio del Ambiente, 2017). Como contraparte al problema identificado, se han desarrollado diversos estudios y técnicas que buscan mitigar el efecto de la concentración de Cadmio en el agua, entre los que destaca el uso de tratamiento de micro- nanoburbujas para la reducción de la concentración de Cadmio.

En el contexto en que se desarrolla el presente estudio, titulado: “Reducción de la concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE, mediante las Micro- nanoburbujas de aire – ozono del taller Ascope – Cercado de Lima”, se estudia a la empresa ubicada en la Región Lima, en la provincia de Lima, perteneciente al distrito de Cercado de Lima, que tiene como parte de sus actividades el ingreso y salida de residuos electrónicos, lavado de autos, depósitos de maquinarias; estas actividades afectan la calidad del agua utilizada pues algunos materiales contienen cadmio. A pesar de que en la mayoría de casos se utilizan áreas especiales para la segregación de los

aparatos en desuso que pueden dañar el medio ambiente, su impacto es alto debido a la gran cantidad de residuos electrónicos. Como parte del estudio se busca hacer uso de tratamiento de Micro-nanoburbujas de aire- ozono, para reducir la concentración de Cadmio en aguas de lavado con RAEE afectado por la dilución de aguas de lavado ubicado en zonas industriales cercanas a la fuente de agua, afectando no solo al recurso hídrico sino también a la salud de los trabajadores del taller.

En ese sentido, se puede evidencia que actualmente uno de los problemas que enfrentan las empresas de desarrollo tecnológico e industrial en pleno crecimiento, es la progresiva generación de residuos electrónicos, que de no ser tratados traen impactos negativos al medio ambiente y a la salud de las personas.

## 1.2 Trabajos Previos:

AZEVEDO, et al (2016), publicaron en su artículo “Las dispersiones acuosas de Nanoburbujas: generación y propiedades características”. Las acciones de las micro-nanoburbujas dispersas en el agua a altas concentraciones y como producen una mejor flotabilidad de los minerales, esto debido a que las Nano-burbujas tienen propiedades como la longevidad, y sobre todo la alta estabilidad y superficie de área por unidad de volumen, que le permiten importantes aplicaciones en la minería y metalurgia en temas ambientales. Para probar esto realizaron un experimento en donde se disolvieron el aire con el agua con un pH=7 con diferentes presiones mediante una válvula para generar nanoburbujas de 150- 220 Nm diámetro medio, se dio como resultado una presión de 2.5 bar. Se incrementó de  $1.0 \times 10^8$  nanoburbujas  $\text{mL}^{-1}$  a  $72.5 \text{ Nm m}^{-1}$   $1.6 \times 10^9$  nanoburbujas  $\text{mL}^{-1}$  a  $49 \text{ Nm m}^{-1}$ .

Cabrera (2012), en su tesis “Metales pesados en sedimentos del Rio Santiago y Tanque Tenorio y su efecto en el crecimiento de Frijol y Maíz”. Su objetivo de estudio fue determinar la presencia de metales pesados en sedimentos de un sistema Ribereño comprendido entre Tanque Tenorio y el Rio Santiago como indicador ambiental y su asociación en la toxicidad sobre cultivos de frijol y maíz. El sistema ribereño evaluado, se determinó la presencia de metales pasados como el plomo, cadmio, cobre y zinc en sedimentos. En el caso de

temporadas los metales que fueron afectados significativamente fueron el zinc, plomo y cadmio. En el caso del uso del suelo las concentraciones de cobre, zinc y cadmio. Se pudo comprobar que la relación entre la temporada y el uso de suelo fueron factores condicionantes para la concentración de zinc y cadmio. Al realizar las pruebas de toxicidad en semillas de frijol y maíz usando sedimentos con mayor y menor concentración de cadmio (primavera y verano), se encontró que no se obtuvo el número suficiente de crecimientos para poder hacer un análisis estadístico que permitiera evaluar con mayor precisión tal efecto, se recomienda tener un seguimiento de este tipo de estudios.

Cruz, R. (2016), en su tesis “Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domesticas mediante micro-nanoburbujas de aire- ozono en el distrito de Carhuaz, Ancash 2016”, estudió ella forma de reducir los coliformes fecales y totales de aguas residuales usando las micro nano-burbujas de aire - ozono. Para ello, realizo un tratamiento en el generador de micro nano-burbujas con un caudal de 6.67 L/min y una presión de 90 PSI; obteniendo un tamaño de la micro nano-burbujas de 6.74  $\mu\text{m}$ , con ello se redujeron coliformes fecales en un 99.92 % y los coliformes totales en 99.96%.

PERMANYER (2013), en su tesis “Situación e impacto de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) Caso estudio: los ordenadores”, para optar el grado de Master en Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Barcelona. Estudió la reutilización de componentes y metales presentes en diversos equipos informáticos al final de su vida útil, poniendo énfasis en la compleja red que envuelve la gestión de los RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos).

En su tesis concluye que la industria informática debe invertir en el diseño de planes de gestión de los RAEE que incorporen aspectos ambientales, resaltando no sólo la reducción de consumo de energía sino también la reutilización y el reaprovechamiento de estos residuos. Ello cuantifican que la venta de los materiales extraídos de los RAEE genera rentabilidad a las empresas, por ello se debe incentivar el interés por recuperar dichos metales y otros residuos de los ordenadores obsoletos, para dar una nueva fuente de ingresos a las empresas y evitar el envío masivo de residuos a países en vías de desarrollo. Otra opción es que las mismas empresas sean las beneficiarias

directas al tratar los RAEE directamente en sus propias instalaciones, generando mayores beneficios económicos. La tesis concluye que, además del incremento del interés de la población y la economía por el bien ambiental se presenta la gestión de los RAEE como una gran oportunidad económica.

Reyes, R. (2016), en su tesis “Eficiencia de las Micro-Nanoburbujas para el tratamiento de Aguas Servidas en Puerto Bermúdez, Oxapampa, Pasco”, tiene como objetivo la determinación del grado de contaminación de las aguas, de acuerdo a los parámetros químicos, biológicos y físicos; para su posterior reducción de los coliformes totales presentes. Para esto, utilizó un generador de micro- nano-burbujas para tratar el agua, como resultados se tuvo la mejora de la calidad del agua y la disminución de los porcentajes de todos los parámetros evaluados.

Salguero, J. (2017) en su tesis “Reducción de demanda bioquímica de oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del río Chillón por medio de Micro-Nanoburbujas de aire – ozono, Ventanilla – Callao”, tuvo el objetivo de disminuir los contaminantes en el agua. Para ello primero realizó la medición de la demanda bioquímica de oxígeno, usando el generador de Micro - Nanoburbujas obteniendo como resultado una reducción de la DBO<sub>5</sub>, de 173 mg/L a 57 mg/L, en las aguas del Río Chillón, con estos valores el agua cumple con los máximos admisibles.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema, de libros artículos congreso**

#### **1.2.1 Agua**

Como sabemos el agua es esencial para la supervivencia de la vida en el planeta, en especial para el ser humano que la usa para el consumo, la limpieza y la producción.

Para ello, se consumen indirectamente o directamente alrededor de un 54 % del agua dulce superficial disponible en el mundo. El almacenamiento del agua se contiene en un 20 % del total en la fauna y flora, transporte de bienes, pesca; el 34 % restante se desglosa en irrigación (70 %), industria (20 %) y ciudades y los hogares (10 %). (Boy, 2015)

#### **1.2.2 Tipos de agua**

Se dividen en:

Aguas residuales: Líquidos que provienen de las viviendas, comerciales e

instituciones.

Aguas grises. Agua residual proveniente de lavaderos, duchas, pilas. Aguas negras: Producidas por los inodoros, contaminadas con sólidos y elementos patógenos de los humanos. (Klester, 2004)

### **1.2.3 Contaminación del agua**

Así se llama a la modificación del estado natural del agua, provocada por la actividad humana, haciendo que no sea apta para el consumo humano (Klester, 2004).

### **1.2.4 Metales pesados**

Los metales pesados son todos los elementos que contienen una densidad, con valores iguales o superior a 5 g/cm<sup>3</sup> cuando está en forma elemental, o cuyo número atómico es superiores a 20 (menos los metales alcalinos y alcalino - térreos). Representan solo el 0.1 % de la corteza terrestre, volviéndose menos del 0.01 % al estar junto a metales ligeros o no metales, con los que se suelen englobar por presentar orígenes y comportamientos asociados (metales: As, B, Ba y Se). (García et al., 2000)

### **1.2.5 Cadmio**

Su símbolo es Cd, es un metal pesado de color blanco plateado. Según la OMS es un elemento químico raro, con número atómico 48 por lo que presenta afinidad con el zinc, con características de metal dúctil, que lo hace blando y maleable, más que el zinc, pero más duro que el estaño. Tiene un peso atómico de 112.40 g/mol lo que lo hace no esencial para el crecimiento de plantas o animales.

### **1.2.6 Contaminación del Agua**

La alteración de su estado natural del agua es producida por la actividad humana, se caracteriza por ser no apta para su consumo humano, ni en industrias o actividades recreativas (Carta del agua, consejo de Europa, 1968). Su contaminación se mide de acuerdo al uso. (Orozco, Barrenetxea; et al, 2003).

### **1.2.7 Efectos en la salud humana por la concentración de Cadmio.**

La toxicidad por Cadmio en los seres humanos depende del tipo de exposición, una de ellas es la inhalación de aire contaminado, producidos por fundidoras e incineradoras cercanas, consumo de agua y alimentos, en los humanos la toma de cadmio es en la comida, como patés, champiñones, mariscos,

mejillones, algas secas y cacao.

Cuando las personas lo respiran causa daños en los pulmones hasta puede provocar la muerte. El cadmio es transportado hacia el hígado por la sangre, se acumula en los riñones y se demora bastante tiempo para que sea excretado. (Ramírez, 2002). Esto causa los siguientes efectos sobre la salud:

Diarreas, dolor de estómago y vómitos

Fractura de huesos

Infertilidad

Daño al sistema inmune

Daño al sistema nervioso central

### **1.2.8 AEE (Aparatos eléctricos y Electrónicos)**

En el anexo 2 del reglamento Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM, se detalla la clasificación de los AEE:

Grandes electrodomésticos: Refrigeradores, frigoríficos, congeladores, lavadoras, horno microondas, cocinas, ventiladores eléctricos, aparatos de aire acondicionado.

Pequeños electrodomésticos: Aspiradoras, Cafeteras, planchas, freidoras, relojes.

Equipos de informática y telecomunicaciones: Computadoras portátiles y personales, impresoras, copiadoras, calculadoras de mesa, teléfonos fijos.

De consumo: Radios, televisores, videos, instrumentos musicales.

De Alumbrado: Fluorescentes

Herramientas eléctricas: Taladros, herramientas para torner, pulir aserrar, cizallar, etc.

Juguetes o equipos deportivos: consolas portátiles, máquinas tragamonedas.

De vigilancia y control: Termostatos, paneles de control

### **1.2.9 RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos)**

Se denomina RAEE a "Cualquier dispositivo que utiliza energía eléctrica, que haya alcanzado su fin de vida útil. Son los productos que se acercan al final de su vida útil y de los que el usuario final ya se deshizo o tiene intención de

deshacerse en un breve plazo”.

En la actualidad con el crecimiento del mercado informático los RAEE componen un grupo de desperdicios de gran crecimiento a escala global. La característica de obsolescencia de la industria genera rápida y permanente más RAEE; los especialistas afirman que es un problema a escala mundial pues no se ha encontrado reutilización de los RAEE desechados por sus usuarios originales. Además aún existe definición aceptada mundialmente pero son en su mayoría dispositivos electrónicos que fueron utilizados en la informática, telecomunicaciones, y otros aparatos que ahora se consideran obsoletos e irreparables.

Esta condición produce consecuencias negativas para el ambiente y el personal manipulador, situación que produce que los desechos se deriven a países del tercer mundo con políticas medioambientales menos rigurosas. (Chanove, 2016)

#### **1.2.10 Categoría de los RAEE**

Línea blanca: electrodomésticos

Línea marrón: equipos de consumo audio y video

Línea gris: TIC´s (tecnologías de información y comunicación)

#### **1.2.11 Composición de los RAEE**

Los RAEE son las partes externas e internas de un AEE que el usuario deja de utilizar debido al mal funcionamiento o obsolescencia. (Espinoza, Villar; et al, 2011).

#### **1.2.12 Impacto ambiental de los RAEE**

Como hemos visto, los RAEE significan un alto grado de riesgo al medio ambiente, si no son adecuadamente tratados y almacenados (Rojas, 2009).

Su impacto ambiental debe considerar todo su ciclo de vida, es decir desde que se fabrican las piezas y ensamblan hasta el proceso de reciclaje que se le aplica.

Durante todo este ciclo de vida los impactos que producen son:

Generación de desechos: Aumentan con tasas de obsolescencia de los RAEE, los depósitos finales y el movimiento de desechos peligrosos.

Consumo de energía y recursos: En conjunto con la rápida obsolescencia de los computadores y una intensidad de fabricación alta, requiere de un costo cercano en energía a las 3000 MJ/año, 1.3 veces el costo de fabricación de un computador.

Gases de invernadero: Emisiones en forma de gas que se alojan en la atmósfera, son negativos porque modifican las temperaturas y variables climáticas.

Contaminación y tóxicos: Los seis compuestos químicos contenidos en los RAEE son tóxicos, al acumularlos de toneladas, la contaminación es significativa. Por esto es que se hace necesario separar y aislar las partes que contengan estos contaminantes.

#### **1.2.13 Contaminación con RAEE**

La contaminación ambiental de los RAEE, a diferencia de otros tipos de contaminación, debe ser tratada o descontaminada para proteger la salud humana y el medio ambiente. Para ello, se realizan operaciones de traslado, evitando las roturas o una manipulación inadecuada dentro del tratamiento y gestión. (Castell, 2012).

#### **1.2.14 Nanotecnología**

El término nanotecnología ha surgido como un nuevo concepto de conjunto de técnicas capaces de revolucionar en tratar la contaminación del medio ambiente, lo cual se debe al hecho de que se considera una disciplina tecnológica de propósito general que posiblemente impactarán en casi todas las industrias en los próximos años. (Valverde, 2016).

#### **1.2.15 Micro-nanoburbujas**

Las micro-nanoburbujas son burbujas de tamaño de 1 a 100 micrones que utiliza un flujo giratorio de líquido que está sometido a una presión atmosférica en dirección de la corriente, así se genera un tamaño de burbujas muy pequeñas en comparación con otros métodos de generador de burbujas. El gas que forma las micro-nanoburbujas es inyectado a través de un tubo posicionado en la cercanía de un orificio generalmente circular o una tubería, el cual la descarga la corriente rotatoria de líquido y las burbujas de gas.

La rotación del líquido genera una alta presión en el eje de giro, formando

chorros de gas muy finos que dan lugar a burbujas de tamaño muy pequeñas de carga negativa, siendo aplicada en otros campos de las industrias (Salguero, 2017).

## 1.4 **Formulación del problema**

### 1.4.1 **Problema general**

¿En qué medida es posible la reducción de la concentración de Cadmio en aguas de lavado con RAEE mediante las micro-nanoburbujas (aire-ozono), en el taller Ascope – Cercado de Lima?

### 1.4.2 **Problemas específicos**

Problema específico 1

¿En cuánto mejoran las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima?

Problema específico 2

¿En cuánto mejoran las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima?

## 1.5 **Justificación del estudio**

### 1.5.1 **Justificación teórica**

De acuerdo a la investigación de antecedentes se pudo ver que son pocos los estudios que indican o propongan mejoras para la calidad ambiental producido por el agua de lavado con RAEE, esto hace que los resultados obtenidos de la investigación justifiquen su valor teórico, también se podrá revisar su eficiencia en el tiempo, y servir como para futuras investigaciones de las variables de estudio.

Muchos talleres informales tienen como principal función comprar y vender productos que ya no funcionan y extraer los metales, muchas de las personas que se dedican a hacer la segregación y recolección no saben sobre las normas y efectos ambientales para así tener una mejora de la calidad

ambiental en todo referente a residuos ya sean sólidos y RAEE. La cantidad de residuos ocasiona la contaminación ambiental, perjudicando al ser humano y el medio ambiente (agua y suelo). Por ello, se trató de reducir la contaminación por la concentración de cadmio en el agua de lavado.

Se utilizó la nanotecnología debido a que no se emplea tanta energía y eficaz para la remoción de contaminantes en el agua.

Como parte del estudio, se recolectó el agua de lavado por RAEE del taller Ascope - Cercado de Lima, determinando a partir del análisis del agua la presencia de Cadmio, lo cual provocó la contaminación del agua. Parte del problema se debió que los residuos electrónicos y piezas de metales contenían Cadmio, metal que genera deficiencia en la calidad del agua; debido a la cantidad de residuos electrónicos. Este contexto permitió plantear la reducción de concentración de Cadmio producidos por RAEE mediante las micro-nanoburbujas (aire-ozono) para mantener la calidad del agua.

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

Para la presente tesis se planteó la metodología científica, implementando un experimento, recolectando los resultados para validar la hipótesis y producir conclusiones. La observación directa (método observacional), permitirá recabar información respecto a los problemas que se presenta en el taller Ascope. Entre los beneficios del estudio se encuentra el uso metodológico del método científico a través del enfoque cuantitativo, usado en las mediciones de los resultados de calidad de agua de cada tratamiento.

### **1.5.3 Justificación por su implicancia práctica**

En la mayoría de ocasiones, revertir los efectos de la contaminación en el medio ambiente, toma mucho tiempo y es costoso; es por ello vital las acciones de prevención y disminución de los factores que podrían perjudicar un entorno o población. El agua como componente del ecosistema, al ser contaminada perjudica a la toda la población humana, animal y vegetal.

Es por ello que en los últimos años muchas instituciones y personas han invertido tiempo y dinero en mantener y proteger el agua. Los principales avances se han logrado con el diseño de estudios de impacto ambiental, con los cuales protege y previene el daño al agua y su entorno. La investigación

se justifica en el aspecto práctico, ya que busca reducir la concentración de cadmio en el agua de lavado con RAEE en el taller Ascope

– Cercado de Lima, tratando el agua contaminada mediante micro-nanoburbujas (aire-ozono), así mejorar la situación ambiental del taller.

## 1.6 Hipótesis

### 1.6.1 Hipótesis general

La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller Ascope – Cercado de Lima se reduce significativamente mediante el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire- ozono).

Ho: La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller Ascope – Cercado de Lima NO se reduce significativamente el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire- ozono).

### 1.6.2 Hipótesis específicos

Hipótesis específica 1

Las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima se ajusta a una distribución normal.

Ho. Las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima NO se ajusta a una distribución normal.

Hipótesis específica 2

Las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima se ajusta a una distribución normal.

Ho. Las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima NO se ajusta a una distribución normal.

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo general

Reducir la concentración de cadmio en aguas de lavado por RAEE mediante micro-nanoburbujas (aire-ozono) del taller Ascope – Cercado de Lima.

### 1.7.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Determinar las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono) proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima.

Objetivo específico 2

Determinar las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-Nanoburbujas (aire-ozono) proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima.

## II. MÉTODO

### 2.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio es Aplicativo. Walter, P (2007), propone estrategias para contribuir con el futuro del planeta, ayudando a transformar las dificultades en oportunidades, los gastos en ahorros y los riesgos en beneficios.

La investigación fue pre - experimental, ya que se trabajó en campo y se midió la concentración de cadmio mediante Nanoburbujas, para ello se hizo el tratamiento. (Hernández, Fernández, Baptista, 2008)

### 2.2 Diseño de investigación

La investigación se llevará a cabo de acuerdo al modelo experimental que comprende tres pasos:

Medición previa de la variable dependiente (pre test).

Aplicación de la variable independiente (experimental)

Medición de la variable dependiente influenciada por la independiente (post test).

Esquema:

G: O1 – X – O2
----------------

Dónde:

**G:** El grupo asignados de manera intencional o por criterio.

**O<sub>1</sub>:** Medición previa o pre – test de la variable dependiente (Aguas de lavado con concentración de cadmio)

**X:** Medición a la variable independiente o pre - experimental (Tratamiento con micro-nanoburbujas (aire - ozono)).

**O<sub>2</sub>:** Nueva evaluación o post-test de la variable dependiente (Aguas de lavado con concentración de cadmio).

### 2.3 Variables, operacionalización Variable dependiente:

Aguas de lavado con concentración de cadmio.

#### 2.3.1 Variable independiente:

Tratamiento de micro-nanoburbujas (aire - ozono).

Operacionalización de las variables

**Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. Dependiente  Aguas de lavado con concentración de Cadmio.	El cadmio contenido en la composición del recurso natural, en este caso en aguas de lavado, medido como la relación de la cantidad de miligramos presentes de cadmio en un litro de solución.	La concentración de cadmio afecta al agua de lavado del Taller Ascope.	<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>	Concentración de Cadmio inicial	mg/L
				pH	(1-14)
				Conductividad eléctrica	μS/cm
				Concentración de Cadmio final	mg/L

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente  Tratamiento de Micro- Nanoburbujas (aire - ozono).	Las Micro- nanoburbujas (aire- ozono), se aplican con agua contaminada, el cual ingresan con alta presión. Tienen como finalidad crear burbujas. Están formadas por un ion electrolítico que actúa como imán atrayendo virus o bacterias.	El tratamiento de micro- nanoburbujas (aire-ozono), disminuye la concentración de la materia orgánica y partículas presentes; se estima que reduce la concentración de los metales pesados disueltos en el agua.	PROPIEDADES DE LAS MICRO- NANOBURBUJAS	Diámetro micro- nanoburbujas	10 <sup>-6</sup> μm a 10 <sup>-9</sup> μm
				Presión interna	atm
				Tiempo de tratamiento	(min)

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Población y muestra

### Población

Son las aguas de lavado de las piezas electrónicas del Taller Ascope.

### Muestra

60 Litros de Agua de lavado con RAEE del taller Ascope del distrito de Cercado de Lima.

El agua tratada por las micro-nanoburbujas (aire-ozono), se vertieron en recipientes de medio litro cada uno, realizándose 3 repeticiones para 3 tratamientos a distinto tiempo; de los cuales se determinó la concentración de Cadmio en el laboratorio para su análisis.

### Muestreo

Por el método de muestreo probabilístico al azar.

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

**Tabla 3. Etapas del estudio**

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Análisis inicial de la muestra del agua	Taller Ascope– Cercado de Lima.	Observación Procesado: Excel	Matriz de caracterización en el agua.	Agua contaminada con cadmio.
Tratamiento de micro-nanoburbujas (aire-ozono),	Domicilio Común	Experimentación	Cuadro de análisis del agua de lavado	Agua tratada con micro-nanoburbujas (aire-ozono),
Concentración de cadmio	Taller Ascope– Cercado de Lima.	Observación Procesado: Excel	Matriz de datos	mg/L de cadmio en el agua.
Análisis final de la muestra (pre y post de análisis de agua).	Taller Ascope– Cercado de Lima.	Observación Procesado: SPSS	Cuadro de comparación	Agua analizada para determinar la reducción de cadmio.

Fuente: Elaboración propia

## **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Entre las técnicas utilizadas:

### Observación

La técnica de observación comprende la visita a la zona de estudio (Taller Ascope – Cercado de Lima), para recolectar datos de las características de la zona y del agua, soportada por la toma fotográfica de la zona, para reforzar la recolección de información.

### Revisión bibliográfica

Consistió en la búsqueda, revisión de documentos, usando referencias de investigaciones relacionadas con las variables de estudio: agua, metales, contaminación, tratamiento de micro-nanoburbujas. Además de la recopilación de información en revistas científicas, libros físicos y en línea de no más de 10 años de antigüedad.

### Resultados de laboratorio

Técnica que consiste en el análisis de agua para determinar la concentración inicial y final del cadmio por el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire-ozono), obtenidos de laboratorio acreditado.

Instrumentos utilizados:

Matriz de consistencia.

Matriz de análisis.

Matriz de datos.

Cuadro de comparación

### Validación del instrumento

Los instrumentos para la recolección de datos fueron validados por una junta de expertos.

### Análisis de Confiabilidad:

Se cumplió con los requisitos de validación de los instrumentos en la presente investigación.

La confiabilidad de los instrumentos se determinó mediante el estadístico de Alfa de Cronbach.

**Tabla 4. Resumen del procedimiento de los casos**

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K:	El número de ítems
$\sum S_i^2$ :	Sumatoria de Varianzas de los Ítems
$S_T^2$ :	Varianza de la suma de los Ítems
$\alpha$	Coefficiente de Alfa de Cronbach

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5. Registro de Ítems**

Ítems	I	II	III
Tratamientos			
4 minutos	2.863	2.896	3.015
8 minutos	2.961	2.952	2.899
12 minutos	3.095	3.290	3.333

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6. Estadísticos de fiabilidad**

K:	El número de ítems	3
$\sum S_i^2$ :	Sumatoria de las Varianzas de los Ítems	0.07
$S_T^2$ :	La Varianza de la suma de los Ítems	0.19
$\alpha$	Coefficiente de Alfa de Cronbach	0.92

Fuente: Elaboración Propia

El Alfa de Cronbach es un valor estadístico que determina la confiabilidad de los datos y resultados obtenidos en un estudio. Este estadístico se encuentra determinado entre los valores de 0 y 1, siendo el valor de 0 un 0 % y el valor de 1 un 100 % confiable; con lo que, si el valor de Alfa se acerca a 1, mayor será

su confiabilidad. El valor del Alfa de Cronbach fue de 0.92 lo que significa una confiabilidad del 92 % en la medición de datos.

## **2.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos fueron procesados con el software Excel y SPSS V. 21

Análisis comparativo del agua (pre y post) concentración de cadmio con micro-nanoburbujas.

El programa Excel ayudó a diseñar tablas y gráficos de los datos recogidos.

El programa SPSS se usó en el proceso estadístico de la prueba de las hipótesis.

## **2.7 Aspectos éticos**

Las referencias y fuentes utilizadas en esta investigación fueron debidamente citadas de acuerdo a las normas APA de autor; por otro lado los resultados del estudio, fueron obtenidos en laboratorio producto del trabajo de campo (experimentación).

### III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

#### 3.1 Estudio previo en el taller Ascope – Cercado de Lima

En esta fase se realizó un estudio previo del agua de lavado. Luego se recolectó la muestra en el taller Ascope - Cercado de Lima, que fue considerado con el nombre de muestra inicial. El estudio previo de la investigación en el taller tuvo los siguientes días:

16 de mayo del 2017: Reconocimiento de la zona de estudio.

22 de mayo del 2017: Extracción de la primera muestra (de acuerdo a la guía de aguas).

A continuación, se presentó evidencia fotográfica del estudio previo del suelo y extracción de muestra:



**Figura 1. Taller de centro de acopio de residuos electrónicos Ascope.**

Fuente: Taller Ascope – Cercado de Lima



**Figura 2. Residuos electrónicos y chatarras**

Fuente: Taller Ascope



**Figura 3. Lavaderos de las piezas recolectadas.**

Fuente: Taller Ascope

### **3.2 Recolección de la muestra**

Se analizaron los parámetros del pre – tratamiento.

En la tabla 7, se muestran los resultados de los parámetros de concentración de cadmio realizado en el laboratorio.



**Figura 4. Muestras iniciales tomadas**

Fuente: Laboratorio Comas

El análisis de campo se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Cuadro de análisis de campo**

MUESTRA INICIAL	CONCENTRACIÓN DE CADMIO
1	3,658 mg/ L
2	2,910 mg/ L
3	3,185 mg/ L

Fuente: Excel

### 3.3 Análisis de laboratorio

Se realizó un análisis de la muestra inicial pre – tratamiento de micro nanoburbujas en el laboratorio con los equipos calibrados.

**Tabla 8. Cuadro de análisis de pre tratamiento**

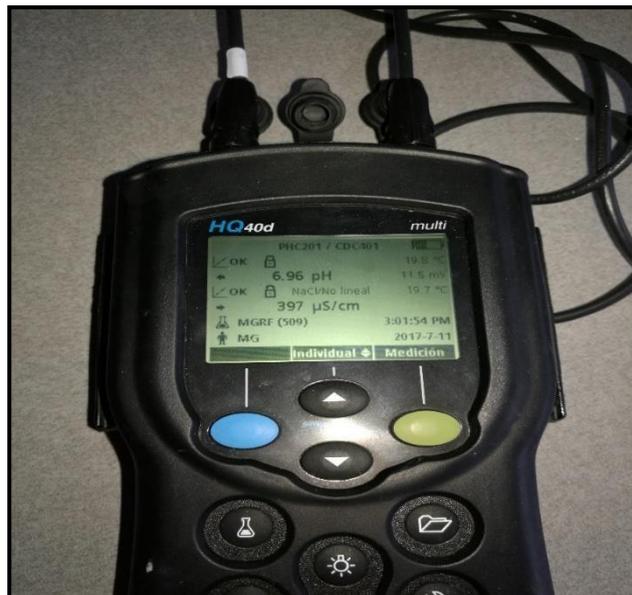
PARÁMETROS	MUESTRAS INICIALES		
	1	2	3
pH	7,05 u	6,97 u	6,96 u
Conductividad	393 uS / cm	394 uS / cm	397 uS / cm
Turbiedad	1,78 NTU	1,30 NTU	1,91 NTU
Oxígeno Disuelto	8,78 mg / L	8,80 mg / L	8,82 mg / L

Fuente: Programa Excel



**Figura 5. Insumos y equipos para la calibración de equipos.**

Fuente: Laboratorio Universidad César Vallejo.



**Figura 6. Equipo para la medición del pH - Conductividad.**

Fuente: Laboratorio Universidad César Vallejo.



**Figura 7. Equipo para la medición del Oxígeno disuelto.**

Fuente: Laboratorio Universidad César Vallejo.



**Figura 8. Equipo para la medición de la Turbidez.**

Fuente: Laboratorio Universidad César Vallejo.

### 3.4 Aplicación de la técnica de las micro-nanoburbujas.

Para aplicar el tratamiento se utilizó el equipo generador de micro-nanoburbujas (aire-ozono), patentado por el Dr. Jhonny Valverde Flores, quién dio permiso para su uso en esta la investigación.



**Figura 9. Generador de micro-nanoburbujas.**

Fuente: Laboratorio Comas

### 3.5 Tratamiento de las micro-nanoburbujas:

Se recolectó 1 muestra de 60 litros de agua de lavado en la zona de estudio, la misma que fue trasladada al laboratorio donde se encuentra el equipo de micro-nanoburbujas (aire-ozono).

Luego el agua se vertió en tres recipientes con capacidades de 20 L cada una ella separados en tres escalas: 1 (La parte inferior), 2 (parte media) y 3 (parte superior).

El tratamiento se empezó añadiendo 12 litros de la muestra 1 a los depósitos de acero inoxidable del equipo.



**Figura 10. Dosificación de la muestra en el generador de micro nanoburbujas**

Fuente: Laboratorio Comas

Se inyectó una presión de aire de 30 psi, con un caudal de agua de 4 L/h.

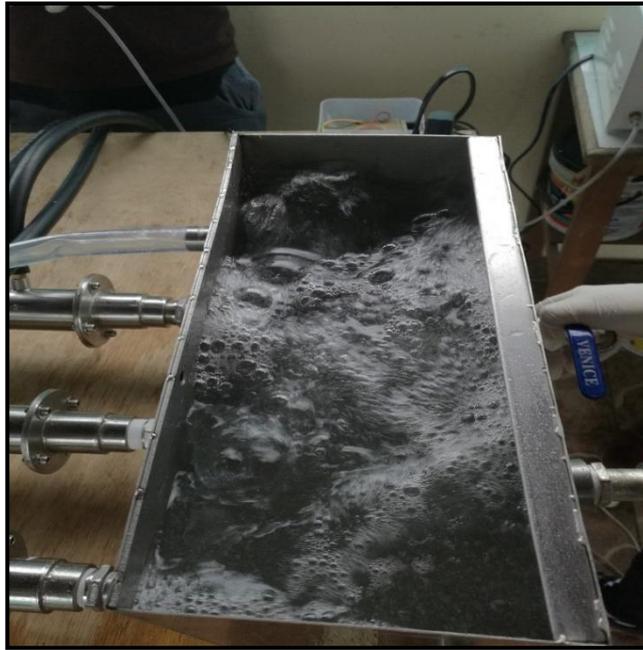
### 3.6 Tiempos de tratamiento

**Tabla 9. Tiempos de la muestra**

AIRE + OZONO = 04 minutos	AIRE + OZONO = 08 minutos	AIRE + OZONO = 12 minutos
------------------------------	------------------------------	------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la micro-nanoburbujas en la siguiente figura.



**Figura 11. Micro-nanoburbujas (aire-ozono)**

Fuente: Laboratorio Comas

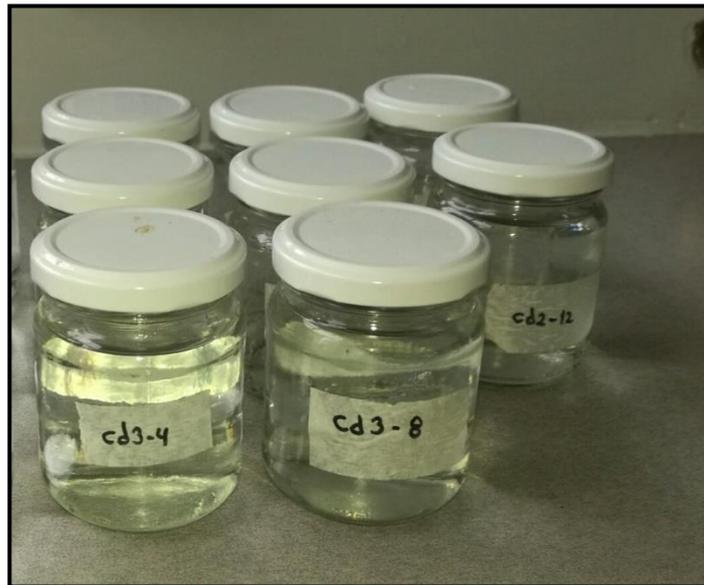
Después del tratamiento de los 20 litros de agua de lavado, se realizaron 9 tratamientos a diferentes tiempos (3 repeticiones de 04, 08 y 12 minutos). La muestra tratada con el equipo se colocó en 9 envases de medio litro al cual se añadieron dos gotas  $\text{HNO}_3$  para su preservación de la muestra y posterior traslado al laboratorio.



**Figura 12.  $\text{NH}_3$  Amoniaco**

Fuente: Laboratorio Comas

	PARÁMETRO
	pH
MUESTRA INICIAL 1	7.05
M1 – 4	7
M1 – 8	7.05
M1 – 12	7.09



**Figura 13. Muestras de tratamiento**

Fuente: Laboratorio Comas

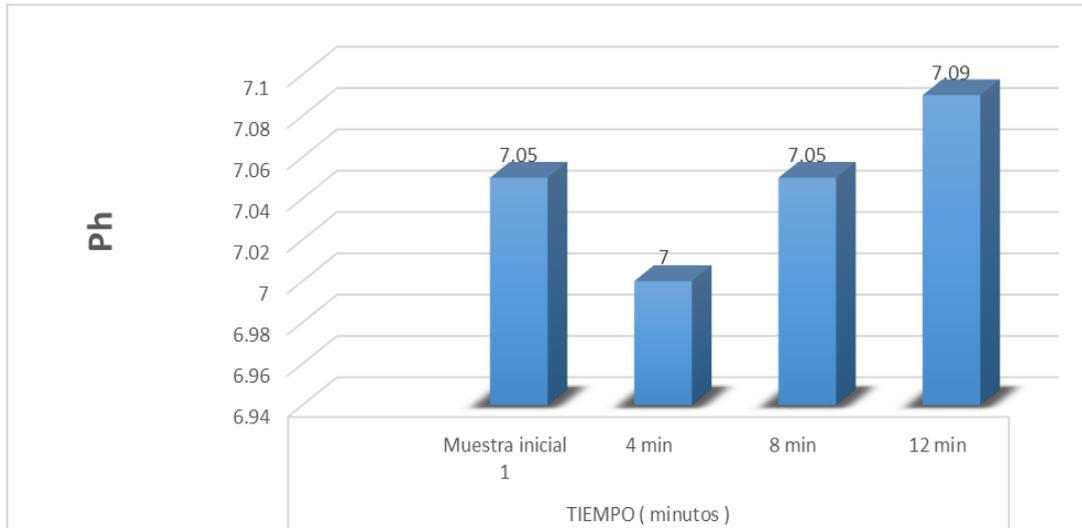
### 3.7 Análisis de parámetros:

Las siguientes tablas nos mostraron los diferentes resultados obtenidos en el laboratorio de Edafología de la Universidad Cesar Vallejo con los multi parámetros.

**Tabla 10. Resultados Obtenidos del pH muestra inicial 1**

	PARÁMETRO
	pH
MUESTRA INICIAL 1	7.05
M1 – 4'	7
M1 – 8'	7.05
M1 – 12'	7.09

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14. Resultados del pH muestra inicial 1**

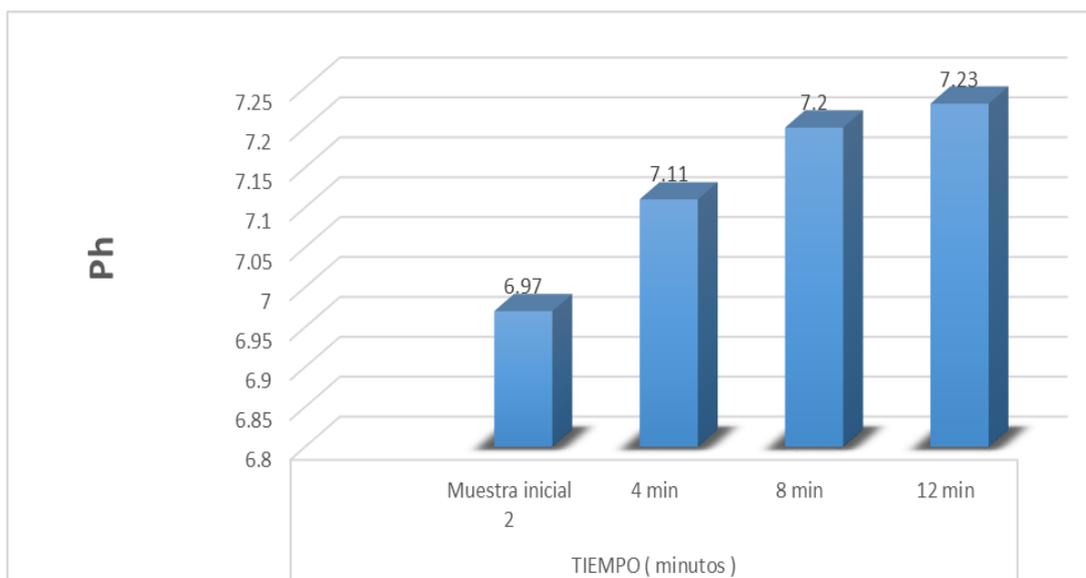
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial 1 con pH 7,05, los tres análisis de los tratamientos en diferentes tiempos tienen como resultados cantidades de pH 7 en el tiempo de cuatro minutos; pH 7,05 en el tiempo de ocho minutos y pH 7,09 en el tiempo de 12 minutos; el cual indica que los valores se encuentran en el rango de pH neutro.

**Tabla 11. Resultados Obtenidos del pH muestra inicial 2**

	PARÁMETRO
	pH
MUESTRA INICIAL 2	6.97
M2 – 4'	7.11
M2 – 8'	7.2
M2 – 12'	7.23

Fuente: Elaboración propia



**Figura 15. Resultados del pH muestra inicial 2**

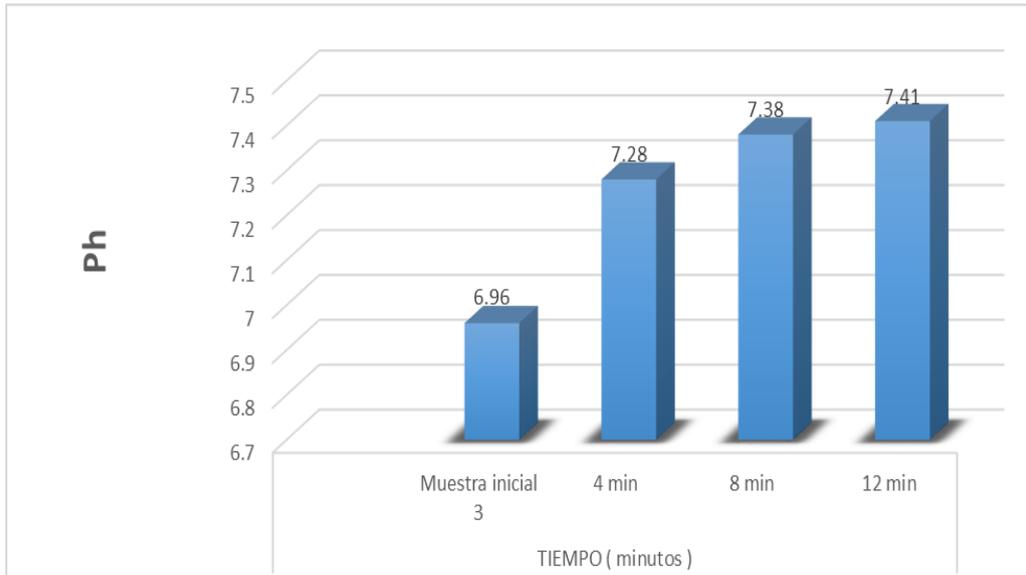
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial 1 con pH 6,97; los tres análisis de los tratamientos en diferentes tiempos tienen como resultados cantidades de pH 7,11 en el tiempo de cuatro minutos; pH 7,2 en el tiempo de ocho minutos y pH 7,23 en el tiempo de 12 minutos; el cual indica que los valores se encuentran en el rango de pH neutro.

**Tabla 12. Resultados Obtenidos del pH muestra inicial 3**

	PARÁMETRO
	pH
MUESTRA INICIAL 3	6.96
M3- 4'	7.28
M3 – 8'	7.38
M3 – 12'	7.41

Fuente: Elaboración propia



**Figura 16. Resultados del pH muestra inicial 3**

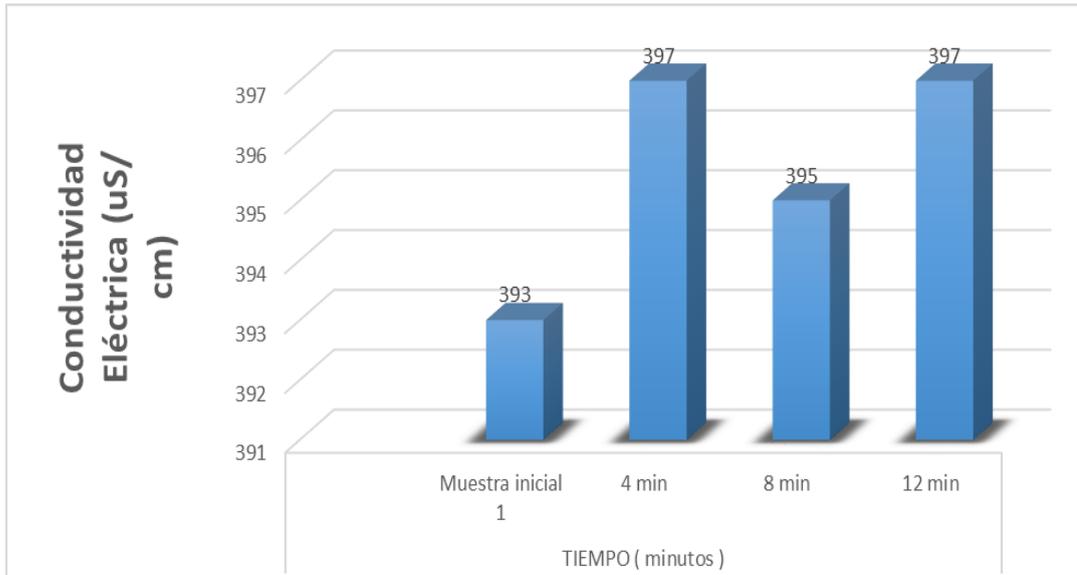
Fuente: Elaboración propia

### 3.7.1 Conductividad Eléctrica (uS/ cm):

**Tabla 13. Resultados Obtenidos de conductividad muestra inicial 1**

	conductividad uS/cm
MUESTRA INICIAL 1	393
M1 - 4'	397
M1 - 8'	395
M1 - 12'	397

Fuente: Elaboración propia



**Figura 17. Resultados de la conductividad eléctrica muestra inicial 1**

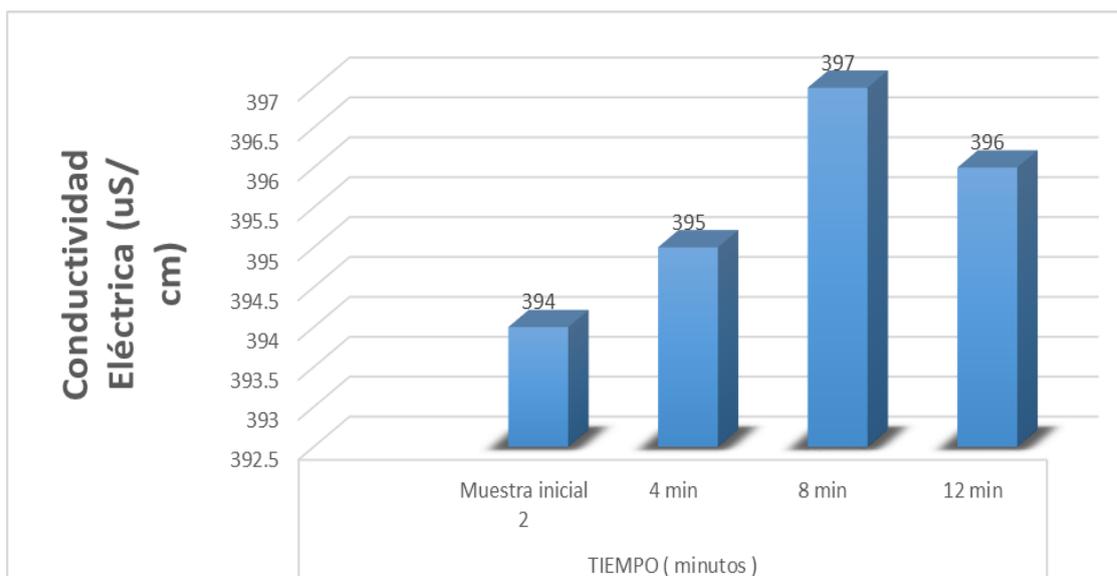
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de conductividad eléctrica con  $\mu\text{S/cm}$ , los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 397  $\mu\text{S/cm}$  en el tiempo de cuatro minutos; 395  $\mu\text{S/cm}$  en el tiempo de ocho minutos y 397  $\mu\text{S/cm}$  en el tiempo de doce minutos; se puede ver que el tratamiento fue eficaz.

**Tabla 14. Resultados Obtenidos de conductividad eléctrica muestra inicial 2**

	Conductividad $\mu\text{S/cm}$
MUESTRA INICIAL 2	394
M2 - 4'	395
M2 - 8'	397
M2 - 12'	396

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18. Resultados de la conductividad eléctrica muestra inicial 2**

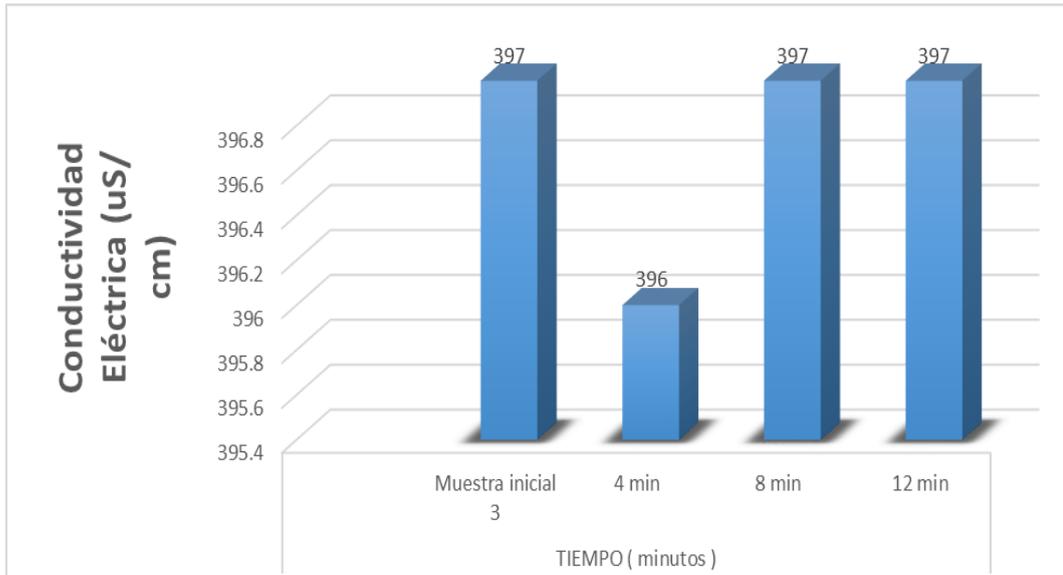
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de conductividad eléctrica con  $\mu\text{S/cm}$ , los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 395  $\mu\text{S/cm}$  en el tiempo de cuatro minutos; 397  $\mu\text{S/cm}$  en el tiempo de ocho minutos y 396  $\mu\text{S/cm}$  en el tiempo de doce minutos; se puede ver que el tratamiento fue eficaz.

**Tabla 15. Resultados Obtenidos de conductividad eléctrica muestra inicial 3**

	Conductividad $\mu\text{S/cm}$
MUESTRA INICIAL 3	397
M2 - 4'	396
M2 - 8'	397
M2 - 12'	397

Fuente: Elaboración propia



**Figura 19. Resultados de la conductividad eléctrica muestra inicial 3**

Fuente: Elaboración propia

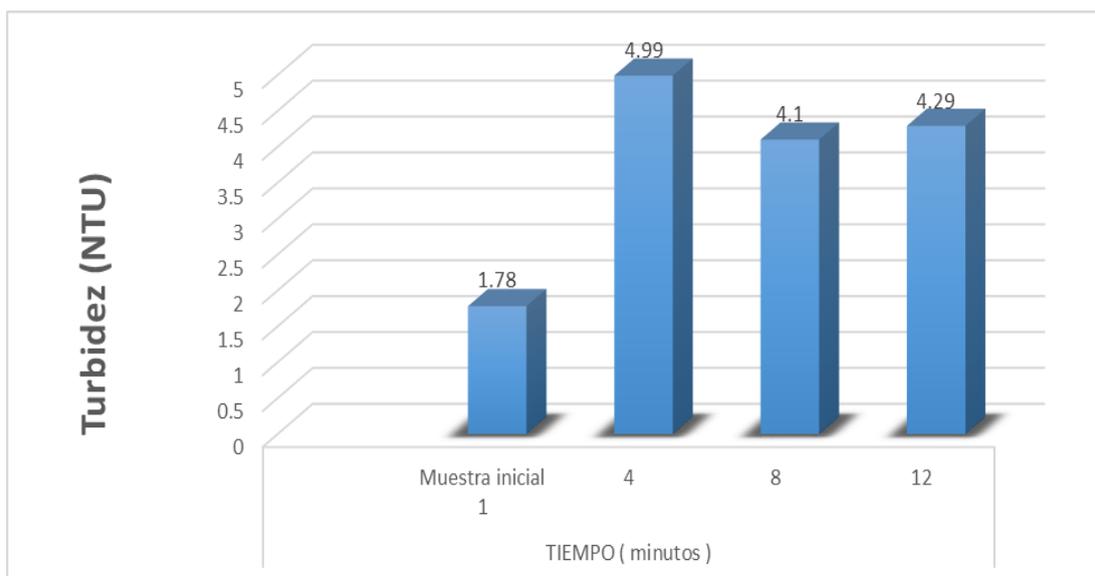
Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de conductividad eléctrica con 397  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 396  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el tiempo de cuatro minutos; 397  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el tiempo de ocho minutos y 397  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el tiempo de doce minutos; se puede ver que los últimos tratamientos tienen los mismos resultados que la muestra inicial.

**Turbidez (NTU):**

**Tabla 16. Resultados Obtenidos de turbidez muestra inicial 1**

	TURBIDEZ (NTU)
MUESTRA INICIAL 1	1.78
M1 – 4'	4.99
M1 – 8'	4.1
M1- 12'	4.29

Fuente: Elaboración propia



**Figura 20. Resultados de turbidez, muestra inicial 1**

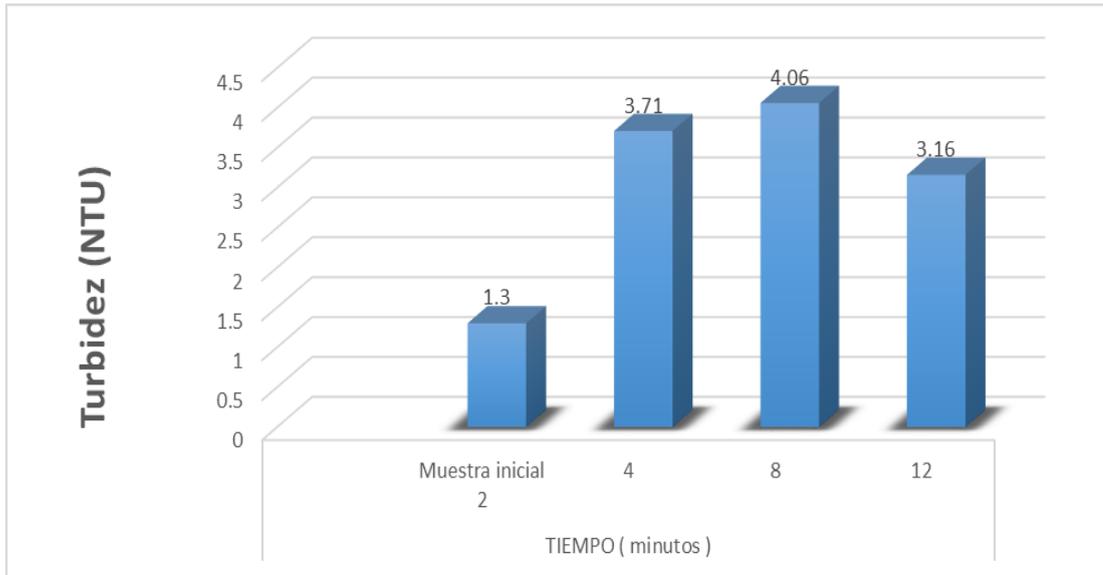
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de turbidez 1,78 NTU, los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 4,99 NTU en el tiempo de 4 minutos; 4,1 NTU en el tiempo de 8 minutos y 4.29 NTU en el tiempo de doce minutos muestra que el tratamiento no fue eficaz porque se incrementó la turbiedad a comparación de la muestra inicial.

**Tabla 17. Resultados Obtenidos de turbidez muestra inicial 2**

	TURBIDEZ (NTU)
MUESTRA INICIAL 2	1.3
M2 - 4'	3.71
M2 - 8'	4.06
M2- 12'	3.16

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21. Resultados de turbidez, muestra inicial 2**

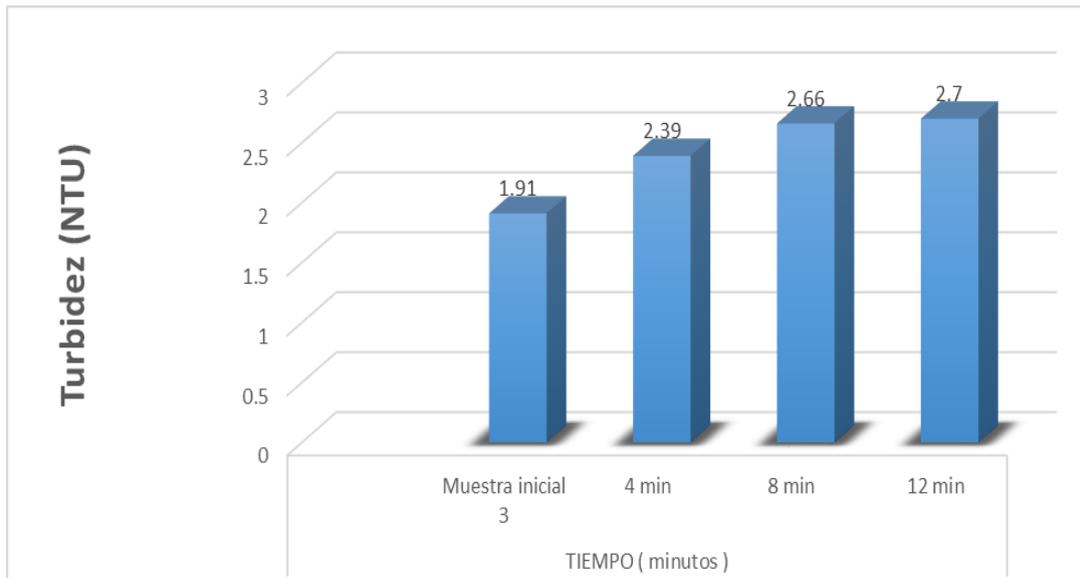
Fuente: Excel

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de turbidez de 1,3 NTU, los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 3, 71 NTU en el tiempo de 4 minutos; 4,06 NTU en el tiempo de 8 minutos y 3,16 NTU en el tiempo de doce minutos muestra que el tratamiento no fue eficaz porque se incrementó la turbiedad a comparación de la muestra inicial.

**Tabla 18. Resultados Obtenidos de turbidez muestra inicial 3**

	TURBIDEZ (NTU)
MUESTRA INICIAL 3	1.91
M3 - 4	2.39
M3 - 8	2.66
M3- 12	2.7

Fuente: Excel



**Figura 22. Resultados de turbidez, muestra inicial 3**

Fuente: Elaboración propia

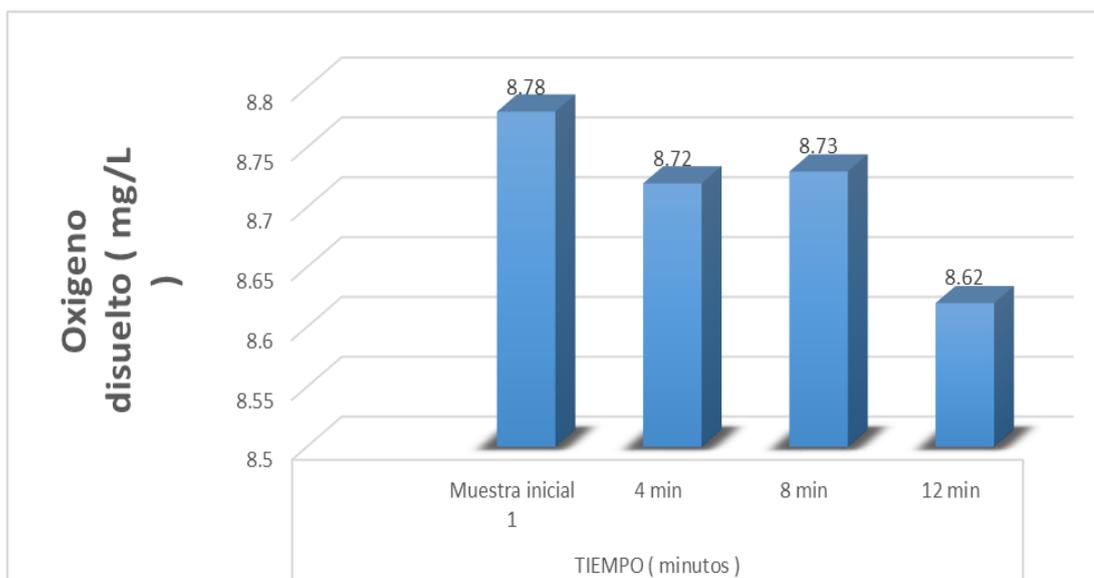
Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de turbidez 1,91 NTU, los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 2,39 NTU en el tiempo de 4 minutos; 2,66 NTU en el tiempo de 8 minutos y 2,7 NTU en el tiempo de doce minutos muestra que el tratamiento no fue eficaz porque se incrementó la turbiedad a comparación de la muestra inicial.

**Oxígeno Disuelto (mg/ L):**

**Tabla 19. Resultados Obtenidos de oxígeno disuelto muestra inicial 1**

	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)
MUESTRA INICIAL 1	8.78
M1 - 4'	8.72
M1 - 8'	8.73
M1- 12'	8.62

Fuente: Excel



**Figura 23. Resultado de oxígeno disuelto muestra inicial 1**

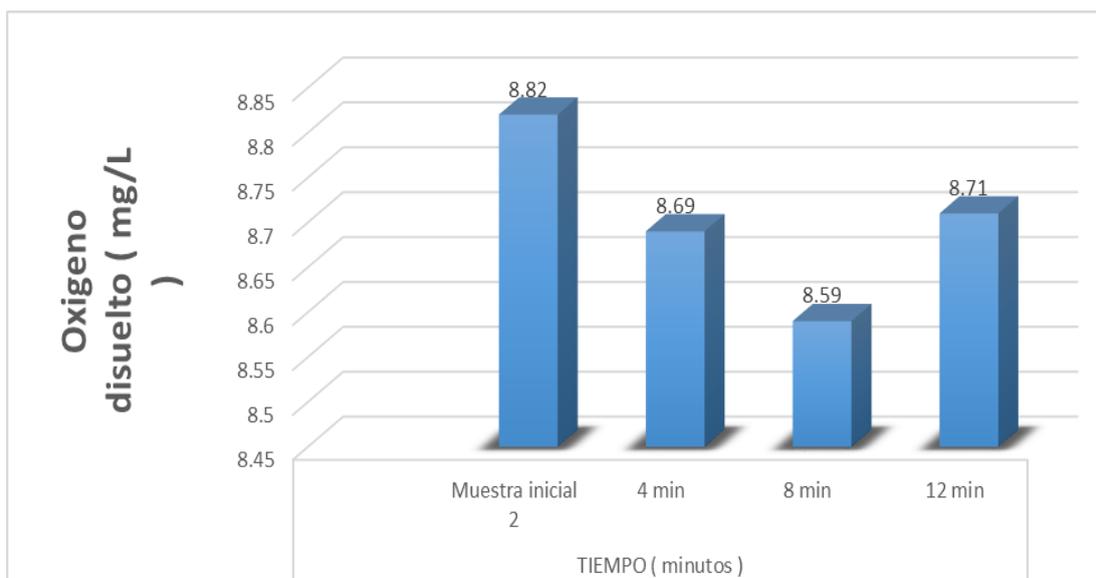
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de oxígeno disuelto con 8,78 mg/L, los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 8,72 mg/L en el tiempo de cuatro minutos, 8,73 mg/L en el tiempo de ocho minutos y 8,62 mg/L en el tiempo de doce minutos el cual indica que fue eficiente el tratamiento.

**Tabla 20. Resultados Obtenidos de oxígeno disuelto muestra inicial 2**

	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)
MUESTRA INICIAL 2	8.82
M2 – 4'	8.69
M2 – 8'	8.59
M2- 12'	8.71

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24. Resultados de oxígeno disuelto muestra inicial 2**

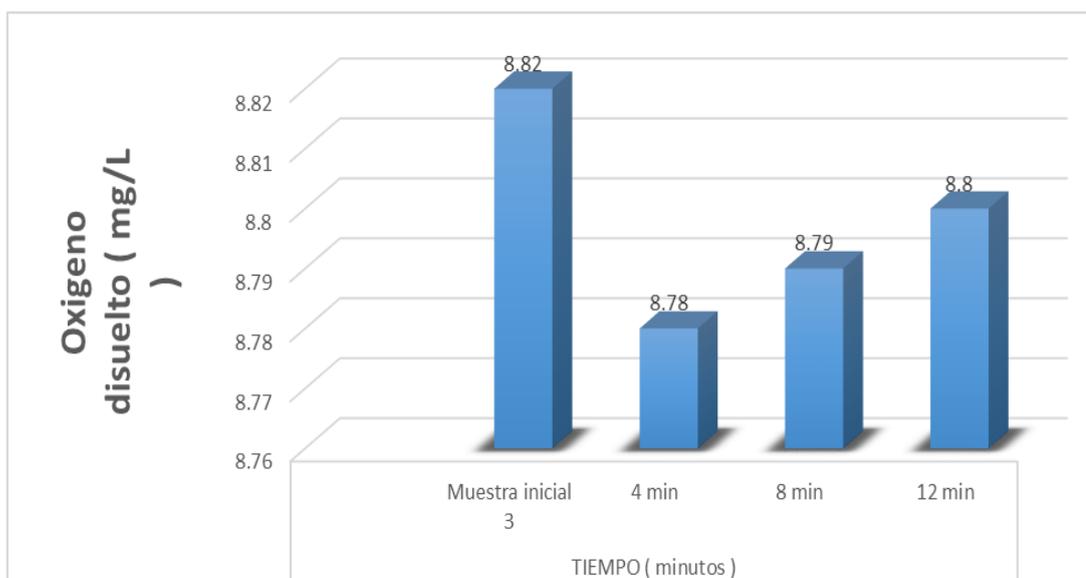
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de oxígeno disuelto con 8,82 mg/L, los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 8,69 mg/L en el tiempo de cuatro minutos, 8,59 mg/L en el tiempo de ocho minutos y 8,71 mg/L en el tiempo de doce minutos el cual indica que fue más eficiente el segundo tratamiento.

**Tabla 21. Resultados obtenidos de oxígeno disuelto muestra inicial 3**

	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)
MUESTRA INICIAL 3	8.82
M3 - 4'	8.78
M3 – 8'	8.79
M3- 12'	8.8

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25. Resultados de oxígeno disuelto muestra inicial 3**

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de la muestra inicial de oxígeno disuelto con 8,82 mg/L, los tres análisis de los tratamientos tienen como resultados cantidades de 8,78 mg/L en el tiempo de cuatro minutos, 8,79 mg/L en el tiempo de ocho minutos y 8,8 mg/ L en el tiempo de doce minutos el cual indica que fue más eficiente el primer tratamiento.

### **Contrastación de la Hipótesis**

#### **Prueba de Normalidad**

Se usa la prueba de normalidad para determinar si la distribución es normal o no.

#### **Hipótesis específica 1**

H1. Las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro- nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima se ajusta a una distribución normal.

Ho. Las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro- nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima NO se ajusta a una distribución normal.

**Tabla 22. Resultados generales de la muestra Hipótesis 1**

	Turbidez (NTU)	Conductividad Eléctrica (uS/cm)
MUESTRA INICIAL 1	1.78	393
M1 – 4'	4.99	397
M1 – 8'	4.1	395
M1- 12'	4.29	397
MUESTRA INICIAL 2	1.3	394
M2 - 4'	3.71	395
M2 – 8'	4.06	397
M2- 12'	3.16	396
MUESTRA INICIAL 3	1.91	397
M3 - 4'	2.39	396
M3 – 8'	2.66	397
M3- 12'	2.7	397

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23. Resumen de procesamiento de casos hipótesis 1**

	Válido N	Casos		Total		
		Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TURBIDEZ INICIAL	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
TURBIDEZ_FINAL	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA FINAL	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Tabla 24. Descriptiva hipótesis 1**

		Estadístico	Desv. Error	
TURBIDEZ INICIAL	Media	1,6633	,18550	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8652	
		Límite superior	2,4615	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	1,7800		
	Varianza	,103		
	Desv. Desviación	,32130		
	Mínimo	1,30		
	Máximo	1,91		
	Rango	,61		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	-1,419	1,225	
	Curtosis	.	.	
TURBIDEZ_FINAL	Media	3,3833	,47238	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,3508	
		Límite superior	5,4158	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	3,1600		
	Varianza	,669		
	Desv. Desviación	,81819		
	Mínimo	2,70		
	Máximo	4,29		
	Rango	1,59		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	1,137	1,225	
	Curtosis	.	.	
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL	Media	394,6667	1,20185	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	389,4955	
		Límite superior	399,8378	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	394,0000		
	Varianza	4,333		
	Desv. Desviación	2,08167		
	Mínimo	393,00		
	Máximo	397,00		
	Rango	4,00		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	1,293	1,225	

	Curtosis	.	.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA FINAL	Media	396,6667	,33333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 395,2324 Límite superior 398,1009	
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	397,0000	
	Varianza	,333	
	Desv. Desviación	,57735	
	Mínimo	396,00	
	Máximo	397,00	
	Rango	1,00	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-1,732	1,225
	Curtosis	.	.

Estadístico			Desv. Error	
TURBIDEZ INICIAL	Media	1,6633	,18550	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,8652 2,4615	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	1,7800		
	Varianza	,103		
	Desv. Desviación	,32130		
	Mínimo	1,30		
	Máximo	1,91		
	Rango	,61		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	-1,419	1,225	
	Curtosis	.	.	
	TURBIDEZ_FINAL	Media	3,3833	,47238
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	1,3508 5,4158
Media recortada al 5%		.		
Mediana		3,1600		
Varianza		,669		
Desv. Desviación		,81819		
Mínimo		2,70		
Máximo		4,29		
Rango		1,59		
Rango intercuartil		.		
Asimetría		1,137	1,225	
Curtosis		.	.	
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL		Media	394,6667	1,20185
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	389,4955 399,8378
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	394,0000		
	Varianza	4,333		
	Desv. Desviación	2,08167		
	Mínimo	393,00		
	Máximo	397,00		
	Rango	4,00		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	1,293	1,225	

	Curtosis	.	.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA FINAL	Media	396,6667	,33333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 395,2324 Límite superior 398,1009	
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	397,0000	
	Varianza	,333	
	Desv. Desviación	,57735	
	Mínimo	396,00	
	Máximo	397,00	
	Rango	1,00	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-1,732	1,225
	Curtosis	.	.

Estadístico			Desv. Error	
TURBIDEZ INICIAL	Media	1,6633	,18550	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,8652	
			2,4615	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	1,7800		
	Varianza	,103		
	Desv. Desviación	,32130		
	Mínimo	1,30		
	Máximo	1,91		
	Rango	,61		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	-1,419	1,225	
	Curtosis	.	.	
	TURBIDEZ_FINAL	Media	3,3833	,47238
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	1,3508	
			5,4158	
Media recortada al 5%		.		
Mediana		3,1600		
Varianza		,669		
Desv. Desviación		,81819		
Mínimo		2,70		
Máximo		4,29		
Rango		1,59		
Rango intercuartil		.		
Asimetría		1,137	1,225	
Curtosis		.	.	
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL		Media	394,6667	1,20185
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	389,4955	
			399,8378	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	394,0000		
	Varianza	4,333		
	Desv. Desviación	2,08167		
	Mínimo	393,00		
	Máximo	397,00		
	Rango	4,00		

	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	1,293	1,225
	Curtosis	.	.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA FINAL	Media	396,6667	,33333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	395,2324
		Límite superior	398,1009
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	397,0000	
	Varianza	,333	
	Desv. Desviación	,57735	
	Mínimo	396,00	
	Máximo	397,00	
	Rango	1,00	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-1,732	1,225
	Curtosis	.	.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Tabla 25. Pruebas de normalidad hipótesis 1**

Estadístico	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ INICIAL	,308	3	.	,901	3	,389
TURBIDEZ_FINAL	,274	3	.	,944	3	,544
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL	,292	3	.	,923	3	,463
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA FINAL	,385	3	.	,750	3	,000

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

a. Corrección de significación de Lilliefors

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$  La distribución es Normal

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$  La distribución es No Normal

De los resultados de significancia de las características físicas (Turbidez y Conductividad eléctrica) se obtiene lo siguiente:

**Tabla 26. Resultados de significancia hipótesis 1**

Parámetro		Sig.	Normalidad	Prueba
TURBIDEZ FINAL		,544	Normal	T Student
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA FINAL		,000	No Normal	Wilcoxon

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

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

### Hipótesis específica 2

H2. Las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima se ajusta a una distribución normal.

Ho. Las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima NO se ajusta a una distribución normal.

**Tabla 27. Resultados generales de la muestra Hipótesis 2**

	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Cadmio (mg/L)
MUESTRA INICIAL 1	7.05	8.78	3,185
M1 – 4	7	8.72	2,863
M1 – 8	7.05	8.73	2,986
M1 – 12	7.09	8.62	3,015
MUESTRA INICIAL 2	6.97	8.82	2,910
M2 – 4	7.11	8.69	2,961
M2 – 8	7.2	8.59	2,952
M2 – 12	7.23	8.71	2,899
MUESTRA INICIAL 3	6.96	8.82	3,658
M3 - 4	7.28	8.78	3,095
M3 - 8	7.38	8.79	3,290
M3 - 12	7.41	8.8	3,333

Fuente: Excel

**Tabla 28. Resumen de procesamiento de casos hipótesis 2**

Válido N	Casos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
OXÍGENO DISUELTO3 INICIAL		100,0%	0	0,0%	3	100,0%
OXÍGENO DISUELTO3 FINAL		100,0%	0	0,0%	3	100,0%
CADMIO INICIAL	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
CADMIO FINAL	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Tabla 29. Descriptivos hipótesis 2**

Estadístico		Desv. Error	
OXÍGENO DISUELTO3 INICIAL	Media	8,8067	,01333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 8,7493	
		Límite superior 8,8640	
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	8,8200	
	Varianza	,001	
	Desv. Desviación	,02309	
	Mínimo	8,78	
	Máximo	8,82	
	Rango	,04	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	-1,732	1,225
	Curtosis	.	.
OXÍGENO DISUELTO3 FINAL	Media	8,7100	,05196
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 8,4864	
		Límite superior 8,9336	
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	8,7100	
	Varianza	,008	
	Desv. Desviación	,09000	
	Mínimo	8,62	
	Máximo	8,80	
	Rango	,18	
Rango intercuartil	.		

	Asimetría	,000	1,225	
	Curtosis	.	.	
CADMIO FINAL	Media	3,08233	,129730	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 2,52415	Límite superior 3,64051	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	3,01500		
	Varianza	,050		
	Desv. Desviación	,224698		
	Mínimo	2,899		
	Máximo	3,333		
	Rango	,434		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	1,227	1,225	
	Curtosis	.	.	
	CADMIO INICIAL	Media	3,25100	,218436
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 2,31115	Límite superior 4,19085
Media recortada al 5%		.		
Mediana		3,18500		
Varianza		,143		
Desv. Desviación		,378342		
Mínimo		2,910		
Máximo		3,658		
Rango		,748		
Rango intercuartil		.		
Asimetría		,761	1,225	
Curtosis		.	.	

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Tabla 30. Pruebas de normalidad hipótesis 2**

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
OXÍGENO DISUELTO INICIAL	,385	3	.	,750	3	,000
OXÍGENO DISUELTO FINAL	,175	3	.	1,000	3	1,000
CADMIO FINAL	,284	3	.	,933	3	,499
CADMIO INICIAL	,236	3	.	,977	3	,710

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

Corrección de significación de Lilliefors

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$  La distribución es Normal

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$  La distribución es No Normal

De los resultados de significancia de las características químicas (Oxígeno disuelto y Cadmio) se obtiene lo siguiente:

Parámetro	Sig.	Normalidad	Prueba
OXÍGENO DISUELTO	1,000	Normal	T Student
CADMIO	,710	Normal	T Student

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

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

### Prueba de hipótesis

#### Hipótesis general

H1: La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller Ascope – Cercado de Lima se reduce significativamente mediante el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire- ozono).

Ho: La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller

Ascope – Cercado de Lima NO se reduce significativamente el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire- ozono).

**Tabla 31. Resultados hipótesis general**

	Cadmio (mg/L)
MUESTRA INICIAL 1	3,185
M1 – 4	2,863
M1 – 8	2,986
M1 – 12	3,015
MUESTRA INICIAL 2	2,910
M2 – 4	2,961
M2 – 8	2,952
M2 – 12	2,899
MUESTRA INICIAL 3	3,658
M3- 4	3,095
M3 – 8	3,290
M3 – 12	3,333

Fuente: Excel

**Tabla 32. Estadísticos hipótesis general**

	TIEMPO		SALINIDAD
	N	Válido	10
Perdidos		0	0
Media		144,0000	172853,2000
Error estándar de la media		32,49615	41589,13338
Mediana		135,0000	200440,0000
Moda		,00 <sup>a</sup>	20156,00 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		102,76186	131516,38740
Varianza		10560,000	17296560155,067
Asimetría		,192	-,136
Error estándar de asimetría		,687	,687
Curtosis		-1,230	-2,082
Error estándar de curtosis		1,334	1,334

Rango	300,00	313538,00
Mínimo	,00	20156,00
Máximo	300,00	333694,00
Suma	1440,00	1728532,00
Percentile s 25	52,5000	32417,5000
50	135,0000	200440,0000
75	247,5000	297861,0000

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.**

Para la prueba de hipótesis se usará la prueba T.

**Tabla 33. Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	CADMIO INICIAL	3,25100	3	,378342	,218436
	CADMIO FINAL	3,08233	3	,224698	,129730

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Tabla 34. Correlaciones de muestras emparejadas**

	N	Correlación	Sig.
Par 1 CADMIO INICIAL & CADMIO FINAL	3	,994	,071

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

**Tabla 35. Pruebas de muestras emparejadas hipótesis general**

		Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)		
		Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
Media				Inferior	Superior				
Par 1	CADMIO INICIAL - CADMIO FINAL	,168667	,157004	,090646	-,221354	,558687	1,861	2	,204

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2020*

Esta tabla muestra los resultados del contraste de la t de Student con un intervalo de confianza para la diferencia entre el valor observado y el valor teórico (contrastado):

$t = 1,861$ ; el valor experimental del estadístico de contraste.  $gl = 2$ ; son grados de libertad.

Sig. = 0,204: El p-valor o nivel crítico del contraste.

Diferencia de medias = 0,168667: Es la diferencia entre la media teórica (2.913663) y la media observada (3,08233)

95% intervalo de confianza = (-0,221354; 0,558687); es el intervalo de confianza para la diferencia entre la media teórica y la media observada al nivel de confianza del 95%.

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si  $Pvalue > \alpha=0.05$ . Luego, se acepta la Hipótesis Nula Si  $Pvalue < \alpha=0.05$ .

Se rechaza la Hipótesis Nula

Como  $Pvalue$  de la significancia (bilateral) es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, la cual indica: “La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller Ascope – Cercado de Lima NO se reduce significativamente el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire- ozono)”.

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **RODRIGUEZ Y SIERRA (2011)**, en su investigación demuestran que los cuatro puntos muestreados aportan carga de contaminante por Cadmio al agua, lo que contribuye a que el agua presente niveles elevados de todos los parámetros fisicoquímicos medidos.
- Así se concluye que la presencia de cadmio en los sedimentos es causada por las condiciones de óxido reducción, pues esto causa acumulación de metales en las partículas disueltas.
- **PERMANYER (2013)**, en su investigación concluye que es necesario que la industria informática invierta en el diseño de AEE's que incorporen aspectos ambientales, tanto en la reducción del consumo de energía como en su reutilización y el reaprovechamiento. La gran rentabilidad producto de la extracción de materiales de los RAEE calculados en su investigación prueba ser motor de cambio para modificar las pautas actuales, que derivan en su envío masivo a países en vías de desarrollo. El interés por recuperar los metales y otros residuos de los ordenadores obsoletos debe motivar una nueva dinámica para evitar esto. En este caso, no se puede discutir, ya que se trata de una información descriptiva.
- **AZEVEDO et al (2016)**, investiga las Nanoburbujas demostrando que tienen propiedades como longevidad, alta estabilidad y alta superficie de área por unidad de volumen. Comprueban que dichas características da lugar que las nano-burbujas se puedan usar en el tratamiento de aguas dentro de la minería y metalurgia, para disminuir su impacto en temas ambientales.

## V. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que, el uso de las micro-nanoburbujas (aire - ozono) pueden lograr la reducción de concentración de cadmio en las aguas de Lavado del Taller Ascope (Cercado de Lima) al ser tratadas en diferentes tiempos de 4 minutos, 8 minutos y 12 minutos, teniendo como promedio de la muestra inicial a 3,251 mg/L el cual demuestra que el tratamiento de 4 minutos se pudo reducir en 2,973 mg/L. Se trabaja en tiempos para saber cómo va actuando las micro-nanoburbujas en el generador.
- Se puede asegurar mediante los resultados que las micro-nanoburbujas bajan las concentraciones de cadmio.
- Este nuevo sistema es recomendable en el tratamiento de aguas debido a que no se agregan ningún aditivo químico que altere la concentración.
- Concluyendo que la nanotecnología es una nueva técnica que se está empleando para tratar aguas contaminadas con diferentes orígenes, mejorando los parámetros físicos y químicos de las aguas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar las aguas de lavado del taller Ascope – Cercado de Lima, en donde se comprueban concentraciones de metales pesados como el Cadmio, para cuantificar el grado de contaminación presente. Así como de otros metales dañinos a la salud.
  
- Utilizar otros métodos para la mejora de la calidad del agua ya que el grado de contaminación es alto.
  
- Se recomienda continuar con las investigaciones de las nanoburbujas con tiempos más prolongados de tratamiento.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROYO SOUZA V., BUCIO ORTIZ, LETICIA; I. Cadmio: efectos sobre la salud. Respuesta celular y molecular [en línea]. 2013, [fecha de consulta: 12 julio 2017].

Disponible: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ata/v21n1/v21n1a04.pdf>

AZEVEDO, André [et al]. Las dispersiones acuosas de Nanoburbujas: generación, y propiedades características. Science Direct. [En línea]. Mayo 2016, vol.94. [Fecha de consulta: 30 junio 2017]. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0892687516301212/1-s2.0-S0892687516301212-main.pdf?\\_tid=1b865ba2-a370-11e6-b171\\_00000aab0f6c&acdnat=1478361437\\_547d09899d4cbe133f080771e9d0f387](http://ac.els-cdn.com/S0892687516301212/1-s2.0-S0892687516301212-main.pdf?_tid=1b865ba2-a370-11e6-b171_00000aab0f6c&acdnat=1478361437_547d09899d4cbe133f080771e9d0f387)

BOY, Andrea. Determinación de metales pesados en agua, peces, almejas e hydrilla verticillata del Lago de Izabal. Tesis (Titulo de Química Biológica). Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. 2015, p. 92.

CABRERA, Alejandra. Metales Pesados en sedimentos del Rio Santiago y Tanque Tenorio y su efecto en el crecimiento de frijol y maíz. Tesis para título de Ingeniera Agro ecóloga). Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. 2012, p. 68.

CHANOVE, M. "IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTO DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) EN LA CIUDAD DE AREQUIPA Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS". 2016. [En línea]. Universidad Nacional San Agustín. Fecha de consulta 21 de junio]. Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/1871/AMchmaam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CRUZ, R. "Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domesticas mediante micro-nanoburbujas de aire-ozono en el distrito de Carhuaz, Ancash 2016". 2016. [En línea]. Universidad Cesar Vallejo. Lima.

Fecha de consulta 15 de junio]. Disponible:  
<http://journals.cincader.org/index.php/sej>

DIGESA; GESTA AGUA. Informe Técnico. Perú. [en línea]. 2010. [fecha de consulta: 3 mayo 2017].

Disponible:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.p](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.p).

ESPINOZA O., VILLAR L., POSTIGO T C., VILLAVERDE H., MARTÍNEZ C. Diagnóstico del manejo de los residuos electrónicos en el Perú. Lima: IPES [en línea]. 2011

GARCÍA I., SIMÓN M., DORRONSORO C., AGUILAR J., MARTÍN F., ORTIZ I. Contaminación de suelos por oxidación de lodos piríticos. [en línea]. 2000, Edafología, 7: 159 - 168 [fecha de consulta: 12 junio 2017]. Disponible en: <http://www.ugr.es/~fjmartin/Publications%20WEB.htm#Articles>.

GIL, PÉREZ [et al]. Proyecto de Nanoburbujas, 23 de Junio 2016, Sogamoso – Cali Colombia [En línea]. [Fecha de consulta: 30 junio 2017]. Disponible:<http://www.caliviva.com/salud/item/132proyectonanoburbujas>.

HERNANDEZ, Sampieri, FERNANDEZ Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6 a ed México: McGraw Will 2014 [fecha de consulta 03 de junio de 2017]. Disponible: <https://libreriapensar.com/profesionales-ytecnicos/2812-metodologia-de-la-investigacion-6a-edicion-9781456223960.html> ISBN: 9781456223960.

KLESTER, Patricia G. Uso, reusó y reciclaje del agua residual en una vivienda Tesis (Ingeniera civil administrativa). Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 2004, p. 64.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estándar Nacional de Calidad del Agua. Lima, Perú. [En línea]. 2008. [fecha de consulta: 4 junio 2017]. Disponible: <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/Compendiolegislacion05.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estándar Nacional de Calidad del Agua. Lima, Perú. [En línea]. 2015. [fecha de consulta: 3 mayo 2017]. Disponible: <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/Compendiolegislacion05.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. DECRETO SUPREMO N°001-2012- MINAM- Aprueban reglamento nacional para la gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. [En línea]. 2012. [fecha de consulta: 20 agosto 2018]. Disponible: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-001-2012-minam/>

Contaminación Ambiental por OROZCO Barrenetxea, Carmen [et al.]. España Madrid: THOMSON, 2003. 678 p. ISBN: 84-9732-178-2

PERMANYER, Olga. Situación e Impacto de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de estudio: Los ordenadores. Tesis (Master de Sostenibilidad). España Universidad Politécnica de Barcelona. 2013, p.57.

RAMÍREZ, Augusto (2002). Toxicología del cadmio conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. [fecha de consulta: 11 junio 2017].

Disponible: <http://www.Revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe>

REYES YULIETH, INES VERGARA, OMAR E. TORRES, MERCEDES DÍAZ, EDGAR E. GONZALEZ. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16 N° 2, Julio- Diciembre 2016, pp. 66 – 77, Sogamoso – Boyacá Colombia ISSN Impreso 1900 – 771x, ISSN on line 2422 - 4324 [En línea]. [Fecha de consulta: 30 junio 2017]. Disponible en: [http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria\\_sogamoso/article/download/5447/4518](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/download/5447/4518).

RODRIGUEZ Y SIERRA. Evaluación preliminar del impacto ambiental por

contaminación del plomo y cadmio en agua, suelo y sedimento en 4 puntos de la sub – cuenca del Rio Tunjuelo.

Tesis (obtener el título de Ingeniera Ambiental y sanitaria) Bogotá. Universidad de la Salle. 2011, p82.

ROJAS, E, (2009). Metodología de la investigación. Colombia: Unefa. 2010, pp.83.ISBN: 903-411-46012-5-0

ROJAS, MICAELA. Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Rio San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P. H. Las cruces) en Nayarit, México”. Tesis (Licenciado en biología). México. Universidad de Guadalajara. 2011, p. 168.

SALGUERO, Jazmín. Reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las muestras de agua de la Cenca baja del Rio Chillón mediante micro nanoburbujas de Aire y Ozono, Distrito de Ventanilla – Callao 2017. Tesis para título. Perú, 2017.

VALVERDE Flores, Jhonny, 2016. Nanotechnology for the Environmental technologies: 6th to 11 th October. Lima, pp.

ANEXOS

ANEXO 01 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	ESTADÍSTICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
GENERAL	GENERAL	ALTERNA	INDEPENDIENTE				
En qué medida es posible la reducción de la concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE mediante Nanoburbujas en el taller Ascope- distrito de Cercado de Lima?	Reducir la concentración de cadmio en aguas de lavado por RAEE mediante la Nanoburbujas en el taller Ascope- Cercado de Lima.	La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller Ascope – Cercado de Lima se reduce significativamente mediante el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire-ozono).	Micro-nanoburbujas.	CUANTITATIVA	Micro-nanoburbujas	Tipos de gases (aire – ozono)	Nominal
						Velocidad de ascenso	Intervalo
						Diámetro de burbuja	Intervalo
						Presión del aire (atm)	Razón
			NULA	DEPENDIENTE			pH

Fuente: Elaboración propia - 2017

		La concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE en el Taller Ascope – Cercado de Lima NO se reduce significativamente el tratamiento de micro-nanoburbujas (aire-ozono).	Cadmio en las muestras de agua del Taller de Ascope.	CUANTITATIVA	Físicas	Conductividad Eléctrica	Razón	
					Químico	Oxígeno Disuelto	Razón	
						Turbiedad	Razón	
						Cadmio (Cd)	Razón	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ALTERNA	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA	Micro – nanoburbujas	Tipos de gases (aire – ozono)	Nominal	
¿En cuánto mejoran las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima?	Determinar las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono) proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima.	Las características físicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima se ajusta a una distribución normal.	Micro - nanoburbujas				Presión de ingreso de aire	Razón
		NULA	DEPENDIENTE			Remoción	Eficiencia (%)	Nominal
		Las características físicas del agua contenidas con			Químico	Cadmio (Cd)	Continua	

¿En cuánto mejoran las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima?	Determinar las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-Nanoburbujas (aire-ozono) proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima.	cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima NO se ajusta a una distribución normal.	Cadmio en las muestras de agua del Taller de Ascope.	CUANTITATIVA	Físicos	pH	Intervalo
		ALTERNATIVA	INDEPENDIENTE			Turbiedad	Razón
		Las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-Nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima se ajusta a una distribución normal.	Contenidos químicos en el agua			Conductividad Eléctrica	Razón
			Oxígeno disuelto Tiempo	Razón Continua			
					Micro-nanoburbujas	Presión del aire	Razón
					Químico	pH	Intervalo
						Oxígeno disuelto	Razón
		NULA	DEPENDIENTE			Cadmio (Cd)	Continua

		<p>Las características químicas del agua contenidas con cadmio aplicando micro-nanoburbujas (aire-ozono), proveniente del taller Ascope – Cercado de Lima  <b>NO</b> se ajusta a una distribución normal.</p>	<p>Cadmio en las muestras de agua del Taller de Ascope.</p>	<p>CUANTITATIVO</p>	<p>Químico</p>		
--	--	---	---	---------------------	----------------	--	--

**ANEXO 02: MATRIZ DE ANÁLISIS**

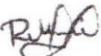
<b>Matriz de análisis del agua</b>			
Investigador : Yulissa Ivone Huallanca Lezameta			
Lugar de investigación: Taller Ascope			
Dirección: Cercado de Lima			
Proceso Observado:			
Residuos Electrónicos	Descripción de residuos	Cantidad de residuos electrónicos	Cantidad de agua utilizada
Baterías			
Computadoras			
Artefactos eléctricos			

Fuente: Elaboración propia - 2017

**Validación de Instrumento:**

Nombre: RUBEN MUNITE CERRAN

CIP Nº: 38103

Firma: 

Nombre: UGECO IVAN LIPARACAN GARCIA

CIP Nº: 95000

Firma: 

Nombre: Juan Juli Castro Salazar

CIP Nº:

Firma: 

ANEXO 03: FORMULARIO DE MUESTREO DE AGUA

FORMULARIO DE MUESTREO DE AGUAS	
Solicitante:	
Responsable del muestreo:	Área:
Origen de la fuente:	Números de muestras:
Tratamientos:	
Localidad:	Fecha y hora de muestreo:
Distrito:	Volumen de muestra:
Provincia:	
Departamento:	
Preservada:	
Observaciones:	

Fuente: Elaboración propia - 2017

ANEXO 04: FORMULARIO DE TIEMPO DE TRATAMIENTO DEL PARÁMETRO pH

TIEMPO DE TRATAMIENTO				
Fecha de análisis				
Parámetro			pH	
Muestra	Tiempo	Muestra inicial	Muestra final	Resultados
M1	4			
M1	8			
M1	12			
M2	4			
M2	8			
M2	12			
M3	4			
M3	8			
M3	12			

Fuente: Elaboración propia - 2017

ANEXO 05: FORMULARIO DE TIEMPO DE TRATAMIENTO DEL PARÁMETRO CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

TIEMPO DE TRATAMIENTO				
Fecha de análisis				
Parámetro			Conductividad Eléctrica	
Muestra	Tiempo	Muestra inicial	Muestra final	Resultados
M1	4			
M1	8			
M1	12			
M2	4			
M2	8			
M2	12			
M3	4			
M3	8			
M3	12			

Fuente: Elaboración propia - 2017

ANEXO 06: FORMULARIO DE TIEMPO DE TRATAMIENTO DEL PARÁMETRO TURBIDEZ

TIEMPO DE TRATAMIENTO				
Fecha de análisis				
Muestra	Parámetro		Turbidez	
	Tiempo	Muestra inicial	Muestra final	Resultados
M1	4			
M1	8			
M1	12			
M2	4			
M2	8			
M2	12			
M3	4			
M3	8			
M3	12			

Fuente: Elaboración propia - 2017

ANEXO 07: FORMULARIO DE TIEMPO DE TRATAMIENTO DEL PARÁMETRO OXÍGENO DISUELTO

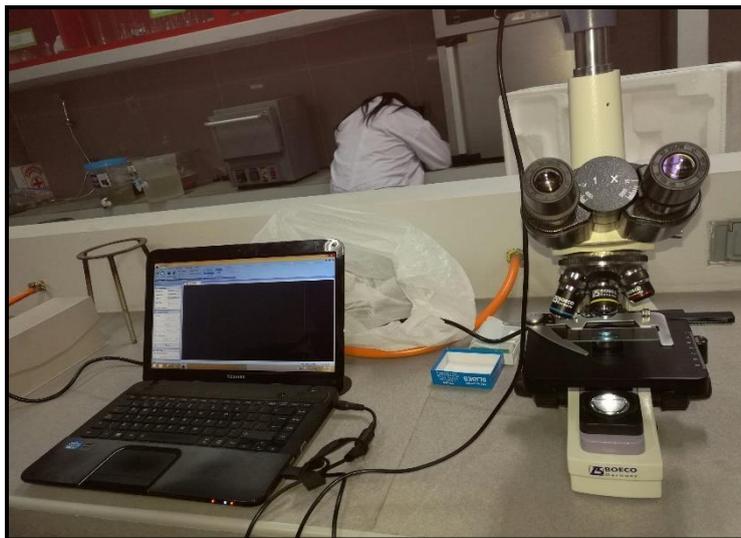
TIEMPO DE TRATAMIENTO				
Fecha de análisis				
Parámetro			Oxígeno disuelto	
Muestra	Tiempo	Muestra inicial	Muestra final	Resultados
M1	4			
M1	8			
M1	12			
M2	4			
M2	8			
M2	12			
M3	4			
M3	8			
M3	12			

Fuente: Elaboración propia - 2017

## ANEXO 08: MEDICIÓN DE LAS MICRO-NANOBURBUJAS

Para determinar el tamaño de la micro-nanoburbujas se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Microscopio Trinocular con las siguientes especificaciones: Lectura de 40X – 1000X
- 4 Objetivos de 4x; 10x; 40x y 100x



**Figura 26. Microscopio Trinocular**

Fuente: Laboratorio Universidad César Vallejo

Formula: Hallar la medición de la micro-nanoburbujas

$$U = \frac{\rho g d^2}{18\mu}$$

**U:**

**P:** 998.2 Kg/m<sup>3</sup>

**g:** 9.8 m/s<sup>2</sup>

**d:** 2,2 μm = 2,2 X 10<sup>-6</sup> m

**μ:** 1.003x10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>/s

$$\mu = \frac{998.2 \text{ Kg/m}^3 \left( \frac{9.8 \text{ m}}{2} \right)^{-6} \cdot 2}{18 \left( \frac{1.003 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}}{2} \right)}$$

$$\mu = 2.62 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

I Presión interna de la Micro nanoburbujas: Ecuación de Young – Laplace:

$$P = P_l + 4\sigma/db$$

P: Presión de la burbuja

$P_l$ : Presión del líquido:  $= \rho \cdot g \cdot h$

$$= (998.2 \text{ kg/m}^3) (9.8 \text{ m/s}^2) (0.1 \text{ m})$$

$$= 978.236 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

$$= 978.236 \text{ Pa}$$

$$= 0.0097 \text{ atm}$$

$$P = P_l + 4\sigma/db \quad P = 0.0097 \text{ atm} + 4(0.0728 \text{ Nm}) 2.2 \times 10^{-6}$$

$$= 0.0097 \text{ atm} + 132363.6364 \text{ N/m}^2$$

$$= 0.0097 \text{ atm} + 1.306328 \text{ atm} \quad P = 1.32 \text{ atm}$$

## ANEXO 09: INFORME DE ANÁLISIS



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



### INFORME DE ENSAYO N° A0766/17

**Solicitante** : YULISSA HUALLANCA LEZAMETA  
**Dirección** : Calle 5 Mz. D Asociación los Naranjos - Comas

**Procedencia** : CERCADO DE LIMA - TALLER ASCOPE  
Distrito: Los Olivos - Provincia: Lima  
Departamento: Lima

**Matriz de la Muestra** : Agua Residual Industrial

Fecha de Muestreo : 10 - Julio - 2 017  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Julio - 2 017 / 13:00 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 10 al 13 - Julio - 2 017

Código Interno: L0766/17

PARÁMETROS	0766 - 1 <sup>(a)</sup>	0766 - 2 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M1 - I <sup>(b)</sup> (11:00 h)	M2 - I <sup>(b)</sup> (11:01 h)		
<b>Metal Total</b>				
Cadmio	3,658	2,910	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

#### REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22<sup>nd</sup>, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.

#### ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-

Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 13 de Julio de 2 017.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Cónder Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

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

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-P.LAB.02  
Revisión: 00  
Fecha.: 27-12-2 013

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km. 28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 6

# ANEXO 10: INFORME DE ANÁLISIS



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



## INFORME DE ENSAYO N° A0766/17

**Solicitante** : YULISSA HUALLANCA LEZAMETA  
**Dirección** : Calle 5 Mz. D Asociación los Naranjos - Comas

**Procedencia** : CERCADO DE LIMA - TALLER ASCOPE  
Distrito: Los Olivos - Provincia: Lima  
Departamento: Lima

**Matriz de la Muestra** : Agua Residual Industrial

Fecha de Muestreo : 10 - Julio - 2 017  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Julio - 2 017 / 13:00 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 10 al 13 - Julio - 2 017

Código Interno: L0766/17

PARÁMETROS	0766 - 3 <sup>(a)</sup>	0766 - 4 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M3 - I <sup>(b)</sup> (11:02 h)	M1 - Cd 4 <sup>(b)</sup> (11:05 h)		
<b>Metal Total</b>				
Cadmio	3,185	2,863	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22<sup>nd</sup>, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-**

Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 13 de Julio de 2 017.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

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

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-P-LAB.02  
Revisión: 00  
Fecha: 27-12-2 013

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 6

# ANEXO 11: INFORME DE ANÁLISIS



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



## INFORME DE ENSAYO N° A0766/17

**Solicitante** : YULISSA HUALLANCA LEZAMETA  
**Dirección** : Calle 5 Mz. D Asociación los Naranjos - Comas

**Procedencia** : CERCADO DE LIMA - TALLER ASCOPE  
Distrito: Los Olivos - Provincia: Lima  
Departamento: Lima

**Matriz de la Muestra** : Agua Residual Industrial

Fecha de Muestreo : 10 - Julio - 2 017  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Julio - 2 017 / 13:00 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo: 10 al 13 - Julio - 2 017

Código Interno: L0766/17

PARÁMETROS	0766 - 5 <sup>(a)</sup>	0766 - 6 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M1 - Cd 8 <sup>(b)</sup> (11:09 h)	M1 - Cd 12 <sup>(b)</sup> (11:13 h)		
<b>Metal Total</b>				
Cadmio	2,986	3,015	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22<sup>nd</sup>, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-**

Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 13 de Julio de 2 017.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

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

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-P.LAB.02  
Revisión: 00  
Fecha: 27-12-2 013

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

## ANEXO 12: INFORME DE ANÁLISIS



**Environmental Quality  
Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



### INFORME DE ENSAYO N° A0766/17

**Solicitante** : YULISSA HUALLANCA LEZAMETA  
**Dirección** : Calle 5 Mz. D Asociación los Naranjos - Comas

**Procedencia** : CERCADO DE LIMA - TALLER ASCOPE  
Distrito: Los Olivos - Provincia: Lima  
Departamento: Lima

**Matriz de la Muestra** : Agua Residual Industrial

Fecha de Muestreo : 10 - Julio - 2 017  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Julio - 2 017 / 13:00 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 10 al 13 - Julio - 2 017

Código Interno: L0766/17

PARÁMETROS	0766 - 11 <sup>(a)</sup>	0766 - 12 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M3 - Cd 8 <sup>(b)</sup> (11:39 h)	M3 - Cd 12 <sup>(b)</sup> (11:41 h)		
<b>Metal Total</b>				
Cadmio	3,290	3,333	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22<sup>nd</sup>, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-**

Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 13 de Julio de 2 017.

**EQUAS S.A.**

  
Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

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

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-P.LAB.02  
Revisión: 00  
Fecha: 27-12-2013

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

# ANEXO 13: INFORME DE ANÁLISIS



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



## INFORME DE ENSAYO N° A0766/17

**Solicitante** : YULISSA HUALLANCA LEZAMETA  
**Dirección** : Calle 5 Mz. D Asociación los Naranjos - Comas

**Procedencia** : CERCADO DE LIMA - TALLER ASCOPE  
Distrito: Los Olivos - Provincia: Lima  
Departamento: Lima

**Matriz de la Muestra** : Agua Residual Industrial

Fecha de Muestreo : 10 - Julio - 2 017  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Julio - 2 017 / 13:00 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 10 al 13 - Julio - 2 017

Código Interno: L0766/17

PARÁMETROS	0766 - 9 <sup>(a)</sup>	0766 - 10 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M2 - Cd 12 <sup>(b)</sup> (11:28 h)	M3 - Cd 4 <sup>(b)</sup> (11:35 h)		
<b>Metal Total</b>				
Cadmio	2,899	3,095	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS -**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22<sup>nd</sup>, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA -**

Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 13 de Julio de 2 017.

**EQUAS S.A.**  
  
Ing. Eusebio Victor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

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

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-P.LAB.02  
Revisión: 00  
Fecha: 27-12-2013

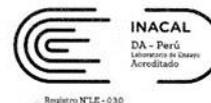
Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km. 28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e-mail: info@equas.com.pe

# ANEXO 14: INFORME DE ANÁLISIS



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



## INFORME DE ENSAYO N° A0766/17

**Solicitante** : YULISSA HUALLANCA LEZAMETA  
**Dirección** : Calle 5 Mz. D Asociación los Naranjos - Comas

**Procedencia** : CERCADO DE LIMA - TALLER ASCOPE  
Distrito: Los Olivos - Provincia: Lima  
Departamento: Lima

**Matriz de la Muestra** : Agua Residual Industrial

Fecha de Muestreo : 10 - Julio - 2 017  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Julio - 2 017 / 13:00 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 10 al 13 - Julio - 2 017

Código Interno: L0766/17

PARÁMETROS	0766 - 7 <sup>(a)</sup>	0766 - 8 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	M2 - Cd 4 <sup>(b)</sup> (11:20 h)	M2 - Cd 8 <sup>(b)</sup> (11:24 h)		
<b>Metal Total</b>				
Cadmio	2,961	2,952	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22<sup>nd</sup>, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-**

Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 13 de Julio de 2 017.

**EQUAS S.A.**  
  
Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

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

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-PLAB 02  
Revisión: 00  
Fecha: 27-12-2 013

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 4 de 6