



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**MICROBURBUJAS DE AIRE PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA
RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORA

EVELYN GONZALES CAMA

ASESOR

MSc. WILBER SAMUEL QUIJANO PACHECO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) Evelyn Gonzales Cama

cuyo título es: Micoburbujas de aire para el tratamiento
de agua residual industrial de la refinería La
Pampilla 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número)
Catorce (letras).

Los Olivos 15 de diciembre del 2018.


.....
PRESIDENTE


.....
SECRETARIO




.....
VOCAL

DEDICATORIA

Esta investigación es solo el comienzo de todas las cosas grandes que vendrán con el tiempo, todo esto ha sido posible gracias a mi encantadora madre, Erica, quien me apoyo cada día y noche en mis decisiones y trabajos. Mi tía Esmeralda quien me comprendió en todos mis momentos ya sea de felicidad, angustia y estrés. Mi pequeña hermana Emily que hacía lo imposible por animarme al notarme cansada y desanimada. A mi novio Hernán por su motivación y compañía constante. Muchas gracias, cada uno de mis logros y metas se los agradezco y agradeceré siempre a ustedes, los amo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A MI MADRE

Erica Cama, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí, por tus consejos y valores que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por tu amor. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

A MI TÍA

Esmeralda Cama, por brindarme tu apoyo y motivación constante, por compartirme tus experiencias y buenos momentos.

A MI HERMANITA

Emily Ruiz, por ser la mejor animando y sacando sonrisas, por tus ocurrencias y las noches que te quedabas conmigo dormida acompañándome.

A MI NOVIO

Hernán Alemán, por estar presente en todo momento, soportarme en mis momentos de estrés y ayudarme con mi investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Evelyn Gonzales Cama con DNIN° 71819980, 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 con auténticos y veraces.

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

Lima, 15 de diciembre del 2018



Evelyn Gonzales Cama

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado: Dando cumplimiento a las normas de elaboración del Reglamento y Elaboración y Sustentación de tesis de la Facultad de Ingeniería, sección de Pregrado de la Universidad César Vallejo, para elaborar la tesis y obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, presento el trabajo de investigación denominado “Microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla, 2018”, La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Evelyn Gonzales Cama

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
2.1 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
2.2 1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	3
2.3 1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	9
1.3.1 AGUA.....	9
1.3.2 AGUA RESIDUAL.....	9
1.3.3 AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL.....	10
1.3.4 CONTAMINACIÓN	10
1.3.5 MICROBURBUJAS.....	10
1.3.6 PRESIÓN INTERNA DE LAS MICROBURBUJAS	11
1.3.7 VELOCIDAD DE ASCENSO DE LAS MICROBURBUJAS.....	12
1.3.8 TEMPERATURA.....	12
1.3.9 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS.....	12
1.3.10 POTENCIAL DE HIDRÓGENO – pH.....	13
1.3.11 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	13
1.3.12 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO – DBO ₅	13
1.3.13 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO - DQO.....	14
1.4 FORMULACIÓN DE PROBLEMA	14
1.4.1 PROBLEMA GENERAL.....	14
1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.5 JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO	15
1.6 HIPÓTESIS	16
1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL	16

1.6.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	16
1.7	OBJETIVOS.....	16
1.7.1	OBJETIVO GENERALES.....	16
1.7.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
II.	MÉTODO	18
2.1	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	18
2.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.3	OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE.....	19
2.3.1	OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: MICROBURBUJAS DE AIRE	19
2.3.2	OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA	20
2.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	21
2.4.1	POBLACIÓN	21
2.4.2	MUESTRA.....	21
2.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	22
2.5.1	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
2.6	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	34
2.6.1	VALIDEZ.....	34
2.7	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	35
2.8	ASPECTOS ÉTICOS	35
III.	RESULTADOS	37
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS MICROBURBUJAS DE AIRE	37
3.2	TIEMPO DE CONTACTO ÓPTIMO POR PARÁMETRO ANALIZADO	43
3.2.1	TEMPERATURA	43
3.2.2	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	46
3.2.3	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	49
3.2.4	POTENCIAL HIDRÓGENO (PH).....	52
3.2.5	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO).....	55
3.2.6	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	58
3.3	PROCESO PARA LA OBTENCION DE LAS MICROBURBUJAS.....	61
3.3.1	PRESIÓN DE AIRE.....	61
3.3.2	POTENCIA Y VELOCIDAD DEL FLUJO DEL AGUA.....	61
3.4	EFICIENCIA DE LAS MICROBURBUJAS DE AIRE	69
3.4.1	TEMPERATURA	69
3.4.2	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	70

3.4.3	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	71
3.4.4	POTENCIAL HIDRÓGENO (PH)	72
3.4.5	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO).....	73
3.4.6	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	74
3.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
IV.	CONCLUSIONES	78
V.	RECOMENDACIONES.....	80
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	86
ANEXO N°2	- MATRIZ DE VARIABLE INDEPENDIENTE.....	87
ANEXO N°3	- FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO	88
ANEXO N°4	- FICHA DE REGISTRO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO	89
ANEXO N°5	- CADENA DE CUSTODIA	90
ANEXO N°6	- VALIDACIÓN DEL PRIMER INSTRUMENTO.....	91
ANEXO N°7	- VALIDACIÓN DEL SEGUNDO INSTRUMENTO.....	98
ANEXO N°8	- VALIDACIÓN DEL TERCER INSTRUMENTO	105
ANEXO N°9	- VALIDACIÓN DEL CUARTO INSTRUMENTO	112
ANEXO N°10	- DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN	119
ANEXO N°11	- DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN... ..	122
ANEXO N°12	- DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN	125
ANEXO N°13	- PASE DE SALIDA DE LA EMPRESA REPSOL	128
ANEXO N°14	- IMAGEN DEL TURNITIN	129
ANEXO N°15	- ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	130
ANEXO N°16	- AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS	131
ANEXO N°17	- AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	19
TABLA 2: OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	20
TABLA 3: TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
TABLA 4: DATOS INICIALES DE LA MUESTRA DE AGUA PREVIO AL TRATAMIENTO	28
TABLA 5: TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN ..	37
TABLA 6: TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN .	38
TABLA 7: TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN ..	39
TABLA 8: RESULTADOS DE LA TEMPERATURA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	43
TABLA 9: RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	46
TABLA 10: RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	49
TABLA 11: RESULTADOS DEL PH CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	52
TABLA 12: RESULTADOS DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO) CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	55
TABLA 13: RESULTADOS DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	58
TABLA 14: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	69
TABLA 15: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LOS SOLIDOS TOTALES DISUELTOS CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE	70
TABLA 16: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE	71
TABLA 17: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	72
TABLA 18: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.	73
TABLA 19: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PLANTA DE EFLUENTES DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA	21
FIGURA 2: UBICACIÓN LA REFINERÍA LA PAMPILLA - REPSOL	23
FIGURA 3: VISTA 3D DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA - REPSOL	24
FIGURA 4: PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA REFINERÍA.....	25
FIGURA 5: BALDES CON AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA	25
FIGURA 6: FRASCOS PARA EL ANALISIS PREVIO AL TRATAMIENTO	26
FIGURA 7: REACTIVOS PARA EL ALMACENAMIENTO CORRECTO DE LAS MUESTRAS..	27

FIGURA 8: MULTIPARAMETRO PARA TOMA DE DATOS IN SITU.....	27
FIGURA 9: MUESTRA INICIAL ENVIADA AL LABORATORIO	27
FIGURA 10: DIAGRAMA DEL TRATAMIENTO CON MICROBURBUJAS DE AIRE.....	29
FIGURA 11: ESPACIO ACONDICIONADO PARA EL USO DEL EQUIPO DE MICROBURBUJAS Y APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO.....	30
FIGURA 12: BOMBA DE AIRE LA CUAL VA CONECTADA CON EL EQUIPO GENERADOR DE MICROBURBUJAS	30
FIGURA 13: GENERADORES DE MICROBURBUJAS.....	31
FIGURA 14: COMPARTIMIENTOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL EQUIPO	31
FIGURA 15: VARIADOR DE VELOCIDAD	32
FIGURA 16: BOMBA DE AGUA	32
FIGURA 17: MANÓMETRO CON LA PRESION DE 80 PSI	33
FIGURA 18: INVESTIGADOR HACIENDO USO DEL EQUIPO DE MICROBURBUJAS	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: RESULTADOS DE LA TEMPERATURA EN REPETICIONES	44
GRÁFICO 2: RESULTADOS DE LOS SOLIDOS DISUELTOS TOTALES EN REPETICIONES ..	47
GRÁFICO 3: RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN REPETICIONES	50
GRÁFICO 4: RESULTADOS DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO EN REPETICIONES	53
GRÁFICO 5: RESULTADOS DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO EN REPETICIONES .	56
GRÁFICO 6: RESULTADOS DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN REPETICIONES	59

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018, con ello lograr reducir los parámetros alterados por los distintos procesos que se realizan, y presentarle a la empresa una nueva tecnología para que la puedan aplicar. Se tomó una muestra de agua de 47 litros proveniente de la PTAR, el cual se dividió en tres unidades experimentales con tres repeticiones y se evaluó por el Diseño Completamente al Azar (DCA), donde los tratamientos fueron las microburbujas de aire en tres tiempos distintos de 20 (veinte), 40 (cuarenta) y 60 (sesenta) minutos de contacto para evidenciar su reducción, encontrando diferencia una significativa en los tratamientos. Los resultados obtenidos fueron que se logró reducir de manera significativa la concentración de sólidos disueltos totales en un 79.61% (de 412 ppm a 84 ppm), de la conductividad eléctrica en un 77.34% (de 728 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 165 $\mu\text{S}/\text{cm}$), el potencial de hidrógeno en un 12.23% (de 9.24 a 8.11), la demanda biológica de oxígeno en un 90.91% (de 132 mg/L a 12 mg/L) y por último la demanda química de oxígeno en un 93.98% (de 382 mg/L a 23 mg/L). En conclusión se determinó que a menor diámetro de la burbuja, se produjo una mayor cantidad de colapso con una presión interna mayor.

Palabras claves: Refinería, microburbujas, agua residual industrial, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the efficiency of air microbubbles for the treatment of industrial wastewater of Pampilla Refinery 2018, with this, reduce the parameters altered by the different processes that are carried out, and present to the company a new technology so that they can apply it. A water sample of 47 liters was taken from the WWTP, which was divided into three experimental units with three repetitions and evaluated by the Completely Random Design (DCA), where the treatments were the air microbubbles in three different times of 20 (twenty), 40 (forty) and 60 (sixty) minutes of contact to show their reduction, finding a significant difference in the treatments. The results obtained were that it was possible to significantly reduce the concentration of total dissolved solids in 79.61% (from 412 ppm to 84 ppm), from electrical conductivity in 77.34% (from 728 $\mu\text{S} / \text{cm}$ to 165 $\mu\text{S} / \text{cm}$), the hydrogen potential in 12.23% (from 9.24 to 8.11), the biological oxygen demand by 90.91% (from 132 mg / L to 12 mg / L) and finally the chemical oxygen demand by 93.98% (from 382 mg / L to 23 mg / L). In conclusion, it was determined that the smaller the diameter of the bubble, the greater the collapse with a higher internal pressure.

Keywords: Refinery, microbubbles, industrial waste water, biological oxygen demand, chemical oxygen demand.

I. INTRODUCCIÓN

El agua por ser un recurso hídrico debe ser cuidada y valorada ya que todo ser vivo, especie o ecosistema necesita de ella de manera imprescindible para sus distintos usos y supervivencia. La mayoría de los recursos que existen cuentan con alternativas de sustitución, sin embargo, el agua no tiene ningún tipo de reemplazo, y su uso es constante para la vida cotidiana de todo ser vivo, por ello es la importancia de cuidar el agua y hacer llegar la información de cómo cuidarla y que acciones no se deben realizar, o se deben de saber manejar de manera responsable, para no contaminarla, desperdiciarla, entre otras.

Las aguas residuales son grandes desechos de agua contaminada la cual, como desecho e impropia, necesita ser descargada en un cuerpo acuático (mares, lagos, aguas subterráneas, ríos, océanos, suelo), esto ha puesto en alerta a todos los países debido a que muchas de estas son descargadas sin un tratamiento previo o un tratamiento que dé resultados prudentes, contaminando los cuerpos de agua de distintas formas, por lo que a diario se buscan medidas alternativas para tratar de manera eficiente el agua contaminada.

Existen distintos tipos de agua residual y cada uno contaminado de distinta manera, sin embargo, el agua residual proveniente de las industrias resultan ser las más peligrosas, debido a los distintos procesos que se puedan generar, por lo que esta agua debe pasar por distintos etapas de tratamientos para que al concluir tenga un final aceptable y pueda ser descargado.

Se busca lograr reducir los índices alterados en los parámetros evaluados del agua residual industrial de la Refinería La Pampilla, con la aplicación de microburbujas de aire, las cuales tienen una carga negativa, con esto captan los iones disueltos en el agua. La carga negativa de las microburbujas permite la adhesión de los iones positivos, y éstos al cargarse positivamente, permiten la adhesión de cargas negativas, y así sucesivamente hasta formar flóculos, los cuales, al adquirir una gran cantidad de masa, sedimentan por el peso.

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Una realidad problemática con el agua residual es su destino final o punto de descarga. Existen tres tipos de aguas residuales, de los cuales el agua residual industrial es el más peligroso por los distintos procesos que se dan en las industrias, poniendo en alerta la calidad del agua donde será descargada como cuerpo receptor. En Sudamérica el principal problema con el agua residual industrial se centra en la descarga sin un tratamiento o sin un tratamiento efectivo, el cual afecta la calidad del cuerpo de agua creando un impacto negativo, afectando a la flora y fauna, incluso destruyendo especies endémicas. En el Perú, el problema se concentra en estas aguas que se descargan constantemente al alcantarillado o mar sin determinar si sus parámetros que la conforman son aptos para su descarga y no generan un impacto negativo.

En el marco legal peruano existe una normativa ambiental basada en el límite máximo permisible para el subsector de hidrocarburos mediante el Decreto Supremo N° 037-2008-PCM, donde las industrias deben cumplir ciertos criterios antes de realizar su descarga correspondiente y dependiendo del tipo de procedencia. En el caso del agua residual industrial perteneciente a una empresa privada del subsector de hidrocarburos se detalla que son responsables de cumplir con uno más tratamientos los cuales cumplan con los valores establecidos en la norma peruana.

En el Perú existen siete refinerías, de las cuales dos son las más grandes e importantes para el refinado de petróleo, siendo la refinería La Pampilla una de ellas por la cantidad de producción nacional que realiza y la demanda de combustible pertinente del país. Esta refinería pertenece al grupo Repsol Perú, ubicada en el distrito de Ventanilla, perteneciente a la provincia del Callao, la cual se dedica a la refinación, almacenamiento, comercialización, transporte y distribución de todo tipo de hidrocarburos. Debido a las enormes cantidades de refinado y explotación que realiza a diario, esta genera distintos contaminantes en distintos estados, ya sean sólidos, líquidos y gaseosos, y con un destino final distinto.

La Refinería La Pampilla cuenta con un compromiso con el medio ambiente, el cual establece en su política ambiental. La Pampilla cuenta con tres plantas de tratamiento de agua residual, donde se realizan distintas etapas de tratamientos para lograr la

reducción de sus índices alterados para que se pueda realizar su descarga pertinente, esto en beneficio del medio ambiente sin generar un impacto negativo.

Esta nueva tecnología a escala microscópica se dedica al diseño y manipulación de la materia a nivel de átomos o moléculas, las microburbujas pertenecen al amplio campo de estudio que abarca esta tecnología, estas tienen distintas aplicaciones, pueden ser médicas e industriales, aún se encuentran en estudios, por lo que la investigación presente se basa en la generación de microburbujas en el agua residual industrial proveniente de la refinería, para reducir sus índices elevados en los parámetros evaluados, estas microburbujas capaces de producir el efecto “agua blanca”, produciendo una carga eléctrica a su alrededor, estas poseen una carga negativa, permitiendo la adhesión de iones positivos, los cuales al cargarse positivamente permiten la adhesión de cargas negativas, produciendo cápsulas pequeñas supersaturadas de átomos de oxígeno, lo que ayuda a que la estructura del nuevo fluido sea estable.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

Para la realización de este proyecto se necesita información histórica y trabajos previos en los cuales se puede comprobar la aplicación de estudio a realizar, además se puede tomar investigaciones antiguas donde previamente ya se hecho distintas comprobaciones por lo que ayuda en el desarrollo de la investigación.

ALVAREZ, J. (2017). En su tesis titulada, “Tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso de semilla Moringa (Moringa Oleífera) como coagulante orgánico en la cuenca baja del río Chillón - Carabayllo 2017”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, tuvo como objetivo evaluar el tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso de semilla MORINGA (Moringa Oleífera) como coagulante orgánico en la reducción de los parámetros físicos y químicos en la cuenca baja del río Chillón, donde determinó que el uso de semilla Moringa (Moringa Oleífera) como coagulante orgánico favorece en la reducción de los parámetros físicos y químicos siendo un método alternativo y eficaz que ayuda de manera directa en el tratamiento de las aguas superficiales. Se determinó una eficiencia de hasta 97.06% en cuanto a Turbidez,

debido a su reducción de 589UNT a 17,3UNT. Para los Sólidos Disueltos Totales su eficiencia fue de 27,41% por reducirse de 580 mg/L a 421 mg/L; y para la Conductividad Eléctrica su eficiencia fue del 14,43% con una reducción que va de 1261 μ S/cm a 1079 μ S/cm.

BENDEZU, L. (2017). En su tesis titulada, “Reducción de la dureza de aguas subterráneas mediante micro-nano burbujas de aire-ozono en la urbanización Villa el Pinar – Comas”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, buscó aplicar un nuevo tratamiento tecnológico, como objetivo principal, para lograr la reducción de la concentración de dureza del agua subterránea proveniente de la urbanización Villa el Pinar- Comas, 2017, mediante la aplicación del tratamiento de micro - nanoburbujas de aire-ozono. Para la realización de esta investigación se colectó 3 tipos de muestras en diferentes días. Se tomaron análisis previos al tratamiento, los cuales presentaron una concentración de dureza total de 610ppm (M-01), 600ppm (M-02) y 602ppm (M-03). Con estos resultados se determinó que el agua se la considera como agua muy dura y además esta no se encontraba dentro de los lineamientos establecidos, sobrepasando el límite máximo permisible que es de 500ppm para el consumo humano. Luego de la toma de muestras inicial se realizó la aplicación del tratamiento de las micro nanoburbujas, donde se evidenció la reducción de la dureza total obteniendo una reducción del 17% para la muestra M-01 y M-02; y para la M-03 se obtuvo un 16% de remoción.

CIPIRAN, A. (2012). En su tesis titulada, “Disminución de la concentración de sólidos totales suspendidos y grasas contenidas en el agua de bombeo en la empresa pesquera Austral Group S.A.A. mediante flotación con nanoburbujas”, sustentada en la Universidad Nacional de Trujillo, tuvo como objetivo principal disminuir el impacto ambiental negativo hacia el ecosistema del litoral de Coishco, ya que su flora y fauna se vio afectada por la generación de agua con concentraciones de sólidos totales suspendidos y grasas, por lo cual se tomó una muestra de agua y se realizó el análisis respectivo para tener datos iniciales, para luego continuar con la aplicación del tratamiento de las micro nanoburbujas, el cual mediante la flotación adición de productos químicos, logra demostrar la reducción de las concentraciones que se encontró inicialmente. En el laboratorio de la empresa Austral Group S.A.A., se realizaron los análisis previos al tratamiento, y además se realizaron las mediciones de

los parámetros que mantenía el agua de bombeo al ingresar y salir del equipo generador de micro nanoburbujas. En la investigación, como datos previos al tratamiento se obtuvo la concentración promedio de sólidos totales de 668.7 ppm y la concentración de grasa de 341.3 ppm; por lo que al inyectar el flujo de aire para la formación de nanoburbujas a presión > 80 PSI se realizó nuevamente la toma de datos, arrojando como concentración de los sólidos totales como promedio 660 ppm y para las grasas una concentración de 339.3 ppm, por lo cual se pudo evidenciar que sí reducen las concentraciones para los parámetros tomados.

GARAY, I. (2017). En su tesis titulada, “Eficacia de las macrófitas jacinto y lenteja de agua para disminuir la concentración del boro, en las aguas minerotermales de la laguna la milagrosa- Chilca, 2017 ”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, tuvo como objetivo principal determinar la eficacia de las macrófitas Jacinto y Lenteja de agua para la disminución de la concentración del Boro presente en la laguna “La Milagrosa” de Chilca, por lo que al hacer los análisis iniciales la concentración del Boro fue >25.00 mg/L, el cual no cumple con el (ECA) para la Subcategoría B, aguas superficiales destinadas para recreación, sin embargo, aplicado el tratamiento de Jacinto de agua hubo una disminución del Boro al 6.88 mg/L, con la Lenteja de agua llegó hasta un 26.93 mg/L y con el tratamiento mixto disminuyó hasta el 27.41 mg/L. Se tomó los datos del pH y T° de cada muestra, como dato inicial se obtuvo con 8.71 de pH a 24.6°C, reduciendo a 8.54pH a 23.9°C después de la aplicación final del tratamiento.

GARCÍA, C. (2017). En su tesis titulada, “Recuperación del suelo contaminado con petróleo utilizando micro-nanoburbujas de aire-ozono a nivel de laboratorio”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, centró su investigación en el suelo contaminado por petróleo de la Av. Canta Callao, ubicada en el distrito de Los Olivos, donde se demuestra que por medio del tratamiento de las micro-nanoburbujas se puede disminuir su nivel de concentración. El objetivo general del trabajo fue de recuperar el suelo contaminado con petróleo utilizando micro-nanoburbujas de aire-ozono a nivel de laboratorio. Para determinarlo se tomaron 5 muestras de 2000 gr de suelo. Se analizaron las muestras previo al tratamiento, para la comparación de datos correspondiente. Posteriormente se pasó a aplicar las micro-nanoburbujas por medio de un generador. Al terminar el tratamiento se tomaron los análisis finales donde se

obtuvieron resultados favorables de extracción del petróleo del 49%TPH de 400ml, 39%TPH de 133ml, 38%TPH de 547 y un 32%TPH de 267ml; además se logró mantener un pH constante.

HUALLANCA, Y. (2017). En su tesis titulada, “Reducción de concentración de Cadmio en aguas de lavado con RAEE mediante Micro-nanoburbujas (aire y ozono) del Taller ASCOPE – Cercado de Lima ”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, tuvo como objetivo principal reducir la concentración de cadmio en aguas de lavado por RAEE mediante micro nanoburbujas del taller Ascope en el Cercado de Lima, por lo cual se realizó un estudio previo del agua de lavado para así determinar cuál sería el área propicia para sacar la muestra de estudio. Se recolectó la muestra en el taller Ascope, que fue considerado con el nombre de muestra inicial. Se tomaron los análisis iniciales de concentración de cadmio, para luego continuar con la aplicación del tratamiento de micro nanoburbujas de aire – ozono. Como resultado final se logró la reducción de concentración de cadmio en aguas de lavado con RAEE teniendo como promedio de la muestra inicial a 3,251 mg/L el cual demuestra que el tratamiento de 4 minutos pudo reducir en 2,973 mg/L, el tratamiento de 8 minutos pudo reducir en 3,076 mg/L y luego por último el tratamiento de 12 minutos pudo reducir en 3,082 mg/L. Como conclusión se comprobó que este tratamiento de micro nanoburbujas se reduce considerablemente la concentración de cadmio, y que el tratamiento más efectivo fue el del tiempo de 4 minutos, ya que redujo más que los siguientes tiempos.

MACASSI, G. (2017). En su tesis titulada, “Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de concepción”, sustentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, tuvo como finalidad la evaluación del tratamiento de nanoburbujas para comprobar la reducción de los parámetros alterados en el agua residual doméstica de la provincia la Concepción. Esta provincia cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales llamada “Doris Mendoza Paredes” ubicada en la Concepción, la cual utiliza el método de lodos activados como tratamiento para efectuar una eliminación de la carga orgánica que presentan sus aguas residuales al realizarse el análisis previo. Como alternativa para reducir los niveles de contaminación el investigador decide que una de las mejores propuestas para la reducción es la aplicación y empleo de nanoburbujas para suministrar oxígeno al

sistema, con este tratamiento tuvo como objetivo reducir considerablemente los niveles de contaminación que presentaban el agua residual de La Concepción. La aplicación del tratamiento duró alrededor de dos meses, tiempo en el cual se logró la reducción de distintos parámetros, en el caso de la demanda química de oxígeno (DQO) como dato previo al tratamiento dio un valor de 1380,0 mg/L, lo cual redujo a 79,5 mg/L; en el caso del nitrógeno total de 167,0 mg/L redujo a 23,7 mg/L; y por último del fósforo total fue de 10,5 mg/L redujo a 2,5 mg/L, esto indica que la aplicación de las nanoburbujas es un tratamiento efectivo para la reducción de ciertos parámetros de contaminación.

MENÉNDEZ, D. (2017). En su tesis titulada, “Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima 2017”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, centró su investigación en aguas residuales hospitalarias, las cuales representan un problema serio a nivel nacional por contener sustancias tóxicas y peligrosas que contaminan y alteran la calidad del agua, por ello deben pasar por un tratamiento efectivo para disminuir las alteraciones que presentan para que los parámetros sean pertinentes cuando sean descargados. Por ello, su objetivo del investigador fue determinar la eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire como tratamiento para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias. Al tomar la muestra de agua correspondiente se realizó el análisis previo al tratamiento, para poder realizar inyección de las micro-nanoburbujas de ozono-aire con los equipos adecuados. Luego de recopilar los datos posteriores al tratamiento, se evidenció la eficiencia de reducción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en un 79.5% y de la demanda química de oxígeno (DQO) en un 83.5%.

SALGUERO, J. (2017). En su tesis titulada, “Reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del Río Chillón mediante micro nanoburbujas de aire y ozono, distrito de Ventanilla – Callao 2017”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, tuvo como finalidad aplicar nuevas técnicas de tratamiento para aguas contaminadas, donde su objetivo principal fue determinar en qué medida el tratamiento de micro-nanoburbujas de aire - ozono son más eficaces para la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno de la cuenca baja del Río Chillón del distrito de Ventanilla – Callao en el año 2017. Para la realización de la

investigación, se tomó una muestra de 120 litros de agua, de la cual, se le realizó ciertos análisis previos al tratamiento para luego comparar con los datos que tendría al pasar por las micro nanoburbujas. El tratamiento que se realizó con 3 repeticiones en diferentes tiempos para cada muestra que se tomó. Al finalizar el tratamiento se obtuvo un 66.86 % de eficiencia al tratar el agua contaminada, la cual previo al tratamiento presentó concentraciones elevadas de DBO5 (173.00 mg/L), la cual posterior al tratamiento redujo en un 57.33 mg/L. Por lo cual el tratamiento en base a micro nanoburbujas para las concentraciones eficiente para la reducción de DBO5 en el agua.

VALENZUELA, L. (2017). En su tesis titulada, “Reducción de plomo y silicio en aguas de lavado de gases de una empresa de servicios usando micro nanoburbujas de aire-ozono, Lima 2017”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, investigación que tuvo como objetivo general la reducción de la concentración de plomo y silicio de las aguas de lavado de gases de una empresa de servicio, que se han visto alteradas y no se encuentran dentro de los parámetros que indican los lineamientos establecidos, sobrepasando los estándares de calidad ambiental. Se logró la reducción del plomo y silicio por medio de la aplicación de micro nanoburbujas de aire-ozono, utilizando un generador de micro nanoburbujas para reducir los metales pesados, y un generador de aire y ozono. Para comenzar la investigación se tomó una muestra de 40 L de agua, y se realizó un análisis previo al tratamiento. Posteriormente, se pasó a aplicar el tratamiento de micro nanoburbujas, con el cual se pudo evidenciar la reducción de la concentración de plomo donde inicialmente se obtuvo un 32.26 mg/L a un 0.563 mg/L; y de la concentración de silicio de 70.49 mg/L a un 12.97 mg/L.

VICENTE, C. (2017). En su tesis titulada, “Remoción de plomo y zinc de los efluentes mineros provenientes de la Unidad Mallay aplicando micro-nanoburbujas de aire, 2017”, sustentada en la Universidad Privada César Vallejo, investigación que tuvo como objetivo principal remover el plomo y zinc de los efluentes mineros de la Unidad Mallay aplicando el tratamiento de micro-nanoburbujas de aire, en el C.P Mallay – 2017. Al iniciar la investigación se colectó una muestra de 54 litros de agua, la cual se dividió en 3 grupos de 18 litros. Se realizó un análisis previo al tratamiento para determinar cuánto se logra remover después del tratamiento. Al aplicar el tratamiento de micro nanoburbujas, este se realizó en un periodo de tiempos de 10, 15 y 20 minutos, tres veces consecutivas, donde las muestras pasaban por el equipo de

micro nanoburbujas inyectándoles aire con un generador. La remoción de plomo y zinc de los efluentes mineros de la Unidad Mallay aplicando micro nanoburbujas de aire si es posible, ya que como se pudo observar la concentración inicial de plomo fue de 51,3 mg/L y después del tratamiento llegó a reducir a un promedio de 1,29 mg/L y en el caso del zinc, que tuvo una concentración inicial de 17,601 mg/L, se logró reducir hasta un promedio de 0,26 mg/L.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

Para la elaboración de la siguiente investigación se utilizan ciertos términos y teorías, las cuales se mencionan continuamente en la investigación, para explicar ampliamente lo que se quiere investigar y su proceso a lo largo del proyecto, por lo cual se define ciertas teorías para que se puedan entender con claridad en el contexto que se encuentre.

1.3.1 AGUA

Es un líquido transparente, que no posee color, olor y además no se puede percibir ningún sabor cuando se encuentra en estado puro. A sus moléculas la conforman dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, las cuales constituyen el componente más abundante y pedido de la superficie terrestre, el cual es pieza clave para la supervivencia de todos los seres vivos y ecosistemas existentes. (Diccionario La Real Academia Española –RAE–, 2017, p.1).

El agua es un recurso natural, finito, estratégico y vulnerable, esencial para los seres vivos; base imprescindible para todo proyecto o plan económico del país; e imposible de sustituir para la sostenibilidad ambiental del Perú. (Autoridad Nacional del Agua –ANA–, 2014, p.2).

1.3.2 AGUA RESIDUAL

El agua residual son aquellas aguas provenientes de destino industrial, doméstico o municipal, cuyas características originales y sus moléculas que la conforman han sido modificadas por actividades antropogénicas, además ya que su estructura y calidad se encuentran alteradas, requieren un tratamiento antes de descargadas a un alcantarillado o un cuerpo de agua como receptor; además estas si cumplen ciertos

parámetros establecidos pueden ser reusadas con distintos fines, como riego, uso de calderas, entre otros. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental –OEFA– MINAM, 2014, p.2).

1.3.3 AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

El agua residual industrial, es una porción de residuo líquido resultado del desarrollo de un proceso industrial productivo, o ya sea causado por un proceso donde el agua ha tenido un uso que no proviene de un municipio ni de una vivienda, este tipo de agua debe pasar por un tratamiento mucho más eficiente que uno convencional, debido a que tiene un grado de contaminación mayor con propiedades alteradas en comparación a la de los otros tipos de agua residual existentes. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental –OEFA– MINAM, 2014, p.3).

1.3.4 CONTAMINACIÓN

La palabra contaminación hace referencia a la presencia sustancias, formas de energía no deseables, o concentraciones que pueden alterar la calidad de vida, salud y bienestar de los seres vivos y ecosistemas donde pueden habitar distintas especies, además del uso y explotación de lo que se encuentra contaminado. Por lo que la contaminación es un medio o vector ambiental que se encontrará en peligro debido a la contaminación, ya que esta provoca efectos negativos en él. (Encinas, 2011, p. 3).

1.3.5 MICROBURBUJAS

Incorporar gases en líquidos de una manera rápida y completa, se inventó una máquina que generó la fuerza necesaria para producir microburbujas de un diámetro infinitamente menor que el de un pelo [...]. La microburbuja produce carga eléctrica a su alrededor, al igual que una pila, y esa energía influye positivamente en la célula. “Es como cuando tomas una bomba, la frota en tu ropa y se produce carga estática”. Lo que sí sucede es que, al someter el agua a grandes presiones, al tiempo que se le hace rotar, se producen unas cápsulas pequeñas saturadas de átomos de oxígeno, lo que ayuda a que la estructura del nuevo fluido sea estable (Fog, 2013, pp.4).

Yo estoy trabajando con agua: hemos descubierto que hay la posibilidad de cambiarle la naturaleza al agua; esa nueva agua tiene unas propiedades sumamente interesantes

[...]. Si se le aplica altísima energía, el agua se convierte casi en otra cosa. Para decirlo en términos comprensibles, es como moler el agua. A un nivel tan alto de energía, la estructura del cristal cambia y se pueden hacer microburbujas (Llinás, 2012, pp.2).

Una microburbuja está definida internacionalmente como diez a la menos nueve, en pocas palabras, refiere a la millonésima parte de un metro. Por lo cual, una micro o nano burbuja es imposible de ver ante la vista del hombre debido a que esta es tan diminuta que no se logra distinguir, por ello, se dice que la microburbuja a diferencia de otros su período es más largo. La microburbuja genera una concentración de alta energía, teniendo por composición principal la formación de iones de electrolíticos. (Morikawa, 2012, p.8).

Las microburbujas son porciones de aire o gas rodeadas con una delgada y delicada capa de líquido, con un tamaño extremadamente diminuto. A estas microburbujas las conforma ciertas cargas eléctricas, las cuales en medios acuáticos atraen partículas suspendidas, estas se encuentran en un rango de diámetro entre 1 a 100 μm , además estas microburbujas pueden ascender o flotar uniformemente en un líquido. (Beltrán y Jacinto, 2012, p.6).

1.3.6 PRESIÓN INTERNA DE LAS MICROBURBUJAS

Según menciona TSUGE (2014), existe una relación entre la presión y el diámetro y viene expresada por la ecuación de Young – Laplace.

$$P = P_l + \frac{4\sigma}{db}$$

FÓRMULA	
P	: Presión de la burbuja
P _l	: Presión del líquido
σ	: Tensión superficial
db	: Diámetro de la burbuja

Fuente: Fundamentos y aplicaciones de microburbujas. TSUGE (2014).

1.3.7 VELOCIDAD DE ASCENSO DE LAS MICROBURBUJAS

Según TSUGE (2014), existen distintos factores que conforman las propiedades físicas del agua, las cuales influyen en la velocidad de ascenso de las microburbujas, la cual es representada por una fórmula:

$$U = pgd^2/18\mu$$

FÓRMULA

<i>U</i>	: Velocidad de ascenso
<i>p</i>	: Densidad del líquido
<i>g</i>	: Aceleración de la gravedad
<i>d</i>	: Diámetro de la burbuja
<i>μ</i>	: Viscosidad del líquido

Fuente: Fundamentos y aplicaciones de microburbujas. TSUGE (2014).

1.3.8 TEMPERATURA

La temperatura es un factor o parámetro físico de suma importancia, el cual influye en el desarrollo de la vida en los cuerpos de agua, ya sean plantas o especies acuáticas), como también sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, los cuales son útiles para determinar actitudes impropias del agua. Este es un indicador de la calidad del agua, que ayuda a determinar si algo se ve alterado, de manera que por medio de sus resultados se pueden determinar el comportamiento de otros indicadores ya sean físicos, químicos o microbiológicos. Este indicador tiene que ser analizado in situ, en el mismo lugar a evaluar, y este debe ser analizado con el método termometría. (DIGESA, 2012, p.5).

1.3.9 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

TDS como se refieren muchas veces a los sólidos totales disueltos da referencia a la medida de la materia en una muestra de agua, con un tamaño de carácter micrónico, más pequeñas de 2 micrones, 2 millionésimas parte de un metro, los cuales no pueden

removerse con un filtro común o tradicional. Los sólidos totales disueltos se basa en la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en un cuerpo de agua, por lo que sirve como indicador de la calidad de agua. Los sólidos totales disueltos son clasificados como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA). (Sigler, 2011, p.2).

1.3.10 POTENCIAL DE HIDRÓGENO – pH

El pH es un parámetro con el cual se determina la calidad del agua con la estimación la acidez o alcalinidad de un cuerpo de agua, calculando el número iones hidrógeno (H^+) presentes. Para su medición se puede hacer uso de reactivos en gotas con el cual al aplicar torna en un color y se determina su acidez o alcalinidad, también existen las tiras para medir el pH, las cuales se sumergen y dan un valor aproximado del pH, y también con un pH-metro el cual es un equipo con el cual se determinará un valor casi exacto en una escala del 0 al 14, siendo 7, el valor neutro, la medición se recomienda realizarla en lugar de recolección de muestras, in situ, para que los valores no se alteren con el transporte o por permanecer largos tiempos en recipientes. Valores menores a 7 indican acidez y mayores a 7 indican alcalinidad. (DIGESA, 2012, p.7).

1.3.11 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala. (IDEAM, 2006, p.2).

1.3.12 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO – DBO₅

La demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro con el cual se mide la cantidad de oxígeno que los microorganismos, bacterias, hongos y plancton consumen en la degradación bioquímica de la materia orgánica de aguas municipales, industriales y residuales; sin embargo con esta determinación no se puede saber de manera específica su composición. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas,

carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación. Para el análisis es conveniente incubarlos durante cinco días, manteniéndolos a una temperatura de 20°C en un lugar oscuro, este valor se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/L). (DIGESA, 2012, p.11).

1.3.13 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO - DQO

La DQO es la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de una sustancia orgánica e inorgánica en un medio acuático, la cual es expresada en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/L). Este método se utiliza para la estimación de contaminantes en aguas naturales y residuales (municipales e industriales). A menudo se mide la DQO como un rápido indicador de contaminantes orgánicos en el agua, este análisis requiere poco tiempo para su medición, sin embargo, este no diferencia entre materia biodegradable y el resto. Cuando se comparan los valores entre el DQO y la DBO₅, la demanda química siempre superará al valor de la demanda bioquímica. (DIGESA, 2012, p.13).

1.4 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

- ✓ ¿Cómo serán las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ✓ ¿En qué medida las características de las microburbujas de aire influyen en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?
- ✓ ¿Cuál será el tiempo de contacto óptimo de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?
- ✓ ¿En qué medida el proceso para la obtención de microburbujas de aire influyen en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?

1.5 JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO

La presente investigación busca comprobar una nueva alternativa tecnológica eficiente como tratamiento para mejorar la calidad del agua residual industrial de la Refinería La Pampilla, debido a la alteración de ciertos parámetros por los distintos procesos industriales que se realicen en esta, logrando disminuir con este tratamiento la concentración en los parámetros evaluados en un tiempo de contacto óptimo para una correcta descarga sin que genere un impacto negativo.

Esta es una investigación moderna, nueva e innovadora, es de suma importancia avanzar paralelamente con las nuevas técnicas que puedan generarse producto a la tecnología moderna, ya que estas pueden resultar eficientes en distintos enfoques. Es importante comprobar la eficiencia de las nuevas técnicas remediadoras que se van creando a diario, ya que estas ayudan al desarrollo y crecimiento del Perú, además de poner a disposición tratamientos más precisos, rápidos y óptimos frente a la contaminación y destrucción del medio ambiente.

Con el presente estudio se pretende analizar el comportamiento de las microburbujas de aire como tratamiento del agua residual industrial de la Refinería La Pampilla, determinando si logran reducir la concentración alterada en los parámetros físicos y químicos a evaluar. Las microburbujas son estudiadas para ver sus distintos campos de aplicación, se realiza esta investigación con el propósito de demostrar que este tratamiento es eficiente en este tipo de agua que mantiene una estructura que proviene de los distintos procesos generados en una refinería.

La Refinería La Pampilla estableció una cantidad de agua residual industrial prudente para la investigación, además de facilitar los permisos de salida y de información de sus procesos que se realizan en sus plantas de tratamientos privadas que posee, se llegó a un acuerdo confidencial con la industria para determinar que parámetros se iban a evaluar y en que constaba la investigación. La industria ha solicitado la investigación culminada para evaluar la eficiencia del tratamiento y determinar si es viable. Para la refinería es de suma importancia el destino final y la calidad del agua residual industrial que generen, ya que de no ser correcta para descargar puede provocar un aspecto poco higiénico e incluso podría ser un foco infeccioso para quienes hacen vida activa en la industria, afectando directamente la salud de los trabajadores y creando un impacto negativo.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

- ✓ H1: Las microburbujas de aire influyen positivamente para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- ✓ H2: Las características de las microburbujas de aire influyen en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.
- ✓ H3: Existe un tiempo de contacto óptimo de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.
- ✓ H4: El proceso para la obtención de microburbujas de aire influye positivamente en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERALES

- ✓ Evaluar las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar las características de las microburbujas de aire influyen en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.
- ✓ Determinar el tiempo de contacto óptimo de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla .
- ✓ Determinar el proceso para la obtención de microburbujas de aire en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.

CAPÍTULO II

MÉTODO

II. MÉTODO

2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio que se aplicará en la presente investigación está basado de acuerdo con los siguientes aspectos:

- ✓ De acuerdo al fin que persigue : Aplicada
- ✓ De acuerdo al tipo y nivel de conocimiento : Técnica
- ✓ De acuerdo al tipo de diseño metodológico : Experimental

2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto mantiene un diseño experimental debido a que toda recolección y análisis de la muestra de agua residual industrial, se realizará en campo, donde se realizarán pruebas in situ y otras serán enviadas a un laboratorio, además el tratamiento será realizado en un ambiente acondicionado para poder realizar pruebas y aplicar el tratamiento con microburbujas de aire en distintos tiempos, analizando los resultados al finalizar el tratamiento.

2.3 OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE

2.3.1 OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: MICROBURBUJAS DE AIRE

Tabla 1: Operalización de la Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MICROBURBUJAS DE AIRE	Las microburbujas son cavidades de carácter micrónico, las cuales contienen gas en solución acuosa. Cada una se encuentra conformada por un diámetro entre 1 a 100 µm. (Valverde, 2017).	Es la capacidad que poseen las microburbujas debido a sus características que presentan, eliminan, reducen y remueven concentraciones de distintos contaminantes. Estas pueden ser aplicadas al agua contaminada a una presión elevada que hará que se cargue eléctricamente la periferia de la burbuja, lo cual hará que la burbuja colapse en un medio acuático y libere una cantidad de radicales libres.	Características de las microburbujas	Tamaño de las microburbujas	µm
				Velocidad de ascenso	µm/s
				Presión interna	Atm
			Tiempo de contacto	20 (veinte)	minutos
				40 (cuarenta)	minutos
				60 (sesenta)	minutos
			Proceso	Presión	PSI
				Flujo	ml/seg
				Potencia	Hz

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3.2 OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA

Tabla 2: Operalización de la Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA	El tratamiento de aguas residuales de origen industrial incluye el mecanismo y proceso usado para tratar aguas residuales que han sido contaminadas por algún medio por actividades de origen antropogénico industrial o comercial y luego son liberadas al medio ambiente o re-utilizados. (Agua Stop, 2015).	El tratamiento de agua residual industrial debe incluir secuencias de tratamiento para la mejora de su aspecto y calidad, estos dependen de parámetros que se pueden ver alterados por distintos procesos, por lo que esta agua debe ser tratada para que genere un impacto negativo en el cuerpo receptor.	Parámetros Físicos	Temperatura	°C
				Sólidos Totales Disueltos	Ppm
			Parámetros Químicos	Conductividad Eléctrica	μS/cm
				pH	Unidad de pH
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L
				Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.4.1 POBLACIÓN

La población del estudio presente fueron 47 litros de agua residual industrial generada por los procesos realizados en la Refinería La Pampilla.



Figura 1: Planta de efluentes de la refinería La Pampilla.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

2.4.2 MUESTRA

Para realizar el presente proyecto, se utilizó una muestra de 47 litros para la investigación agua residual industrial proveniente de la refinería La Pampilla, para aplicar el tratamiento de microburbujas de aire en 3 tiempos (20, 40 y 60 minutos) en un laboratorio acreditado.

2.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.5.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se ha realizado una matriz donde se especifican las etapas de las técnicas de recolección de datos.

Tabla 3: Técnica de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Ubicación e identificación del lugar de estudio.	Refinería La Pampilla	Observación	Ficha de registro de datos de campo.	Lugar de estudio ubicado e identificado
Recolección de la muestra de agua residual industrial.	Agua residual industrial de la Refinería La Pampilla	Experimental	Ficha de registro de datos de campo y cadena de custodia.	Recolección de 47 litros de agua residual industrial de la Refinería.
Análisis de la muestra de agua residual industrial antes de la aplicación del tratamiento.	Agua residual industrial de la Refinería La Pampilla	Experimental	Análisis de laboratorio particular.	Determinar los valores iniciales de la muestra en base a los parámetros a analizar.
Aplicación del tratamiento con microburbujas de aire.	Procedimientos experimentales realizados en un ambiente acondicionado.	Experimental	Instrumentos ficha de análisis de laboratorio	Generación y aplicación de microburbujas de aire en el efluente contaminado.
Análisis de la muestra de agua residual industrial después de la aplicación del tratamiento.	Muestra de agua residual industrial de la Refinería La Pampilla después del tratamiento	Experimental	Ficha de registro de análisis de laboratorio.	Verificación de la disminución de las cantidades tomadas de los parámetros establecidos que se tomaron antes del tratamiento.
Interpretación y análisis	Gabinete	Descriptiva	Matrices, apuntes y análisis.	Resultado de datos obtenidos procesados e interpretados.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para desarrollar la investigación del presente proyecto, se considerarán seis etapas, las cuales se describirán detalladamente:

Etapa 1: Ubicación e identificación del lugar de estudio.

Ubicación e identificación del lugar a investigar, coordenadas, dirección, industria, provincia y distrito.

Industria	:	Refinería La Pampilla
Distrito	:	Ventanilla
Provincia	:	Callao
Departamento	:	Lima
Dirección	:	Carretera Ventanilla, Km. 25 (Autopista Ventanilla)
Coordenadas	:	UTM X: 267650.3997 Y: 8681764.0025).

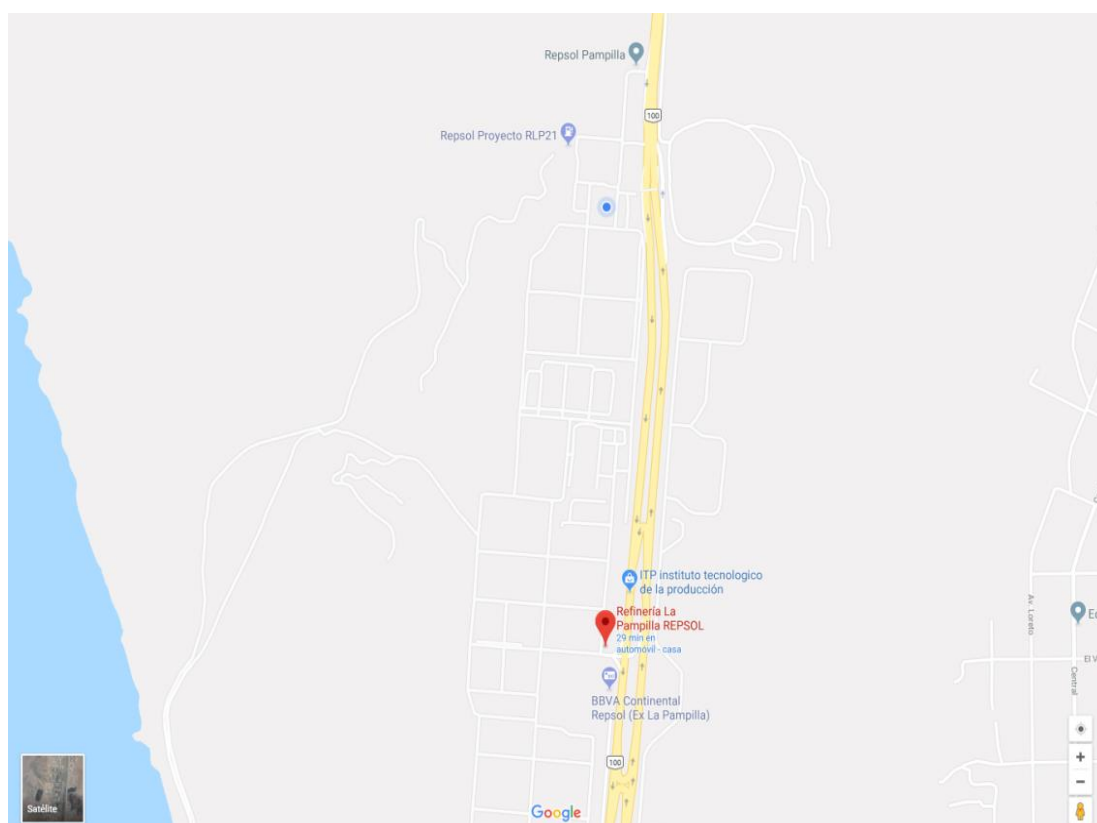


Figura 2: Ubicación de La Refinería La Pampilla - Repsol.

Fuente: Google Maps.



Figura 3: Vista 3D de La Refinería La Pampilla - Repsol.

Fuente: Google Maps

Etapa 2: Recolección de la muestra de agua residual industrial

Se recolectó una muestra de 47 litros de agua residual industrial producto de los distintos usos y procesos que realiza La Refinería La Pampilla, muestra que se tomó un día un día laborable comprendido en la tercera semana del mes de octubre, el viernes 26 de octubre a las 10:00 am horas donde las actividades productivas de la refinería actúan con normalidad. Esta recolección se realizó en la planta de tratamiento privada de la refinería, con ayuda de un trabajador y experto en la planta, para que su recolección sea apropiada y no se tengan datos erróneos. 45L se almacenó en dos baldes de capacidad de 25 litros cada uno y los otros 2 litros en frascos entregados por el laboratorio con el que se analizarán la cantidad de DBO y DQO inicial. Estos frascos se recibieron de acuerdo con las indicaciones del laboratorio, además se tomaron datos in situ con un multiparámetro y se llenó una ficha de registro de datos de campo con la cadena de custodia con la información correspondiente. Para poder retirar la muestra de agua, se tuvo que generar un permiso de salida por parte de Repsol, el cual estuvo autorizado por un supervisor del área de medio ambiente, el cual también autorizo que se retire cierta cantidad de agua residual de la planta de tratamiento. Al finalizar con todos los permisos dentro de la Refinería, se hizo el traslado de los frascos al laboratorio que realizará los

análisis pertinentes, y los baldes de 25 litros a la casa del investigador, donde se realizó el tratamiento en un ambiente acondicionado.



Figura 4: Planta de tratamiento del agua residual de la Refinería.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

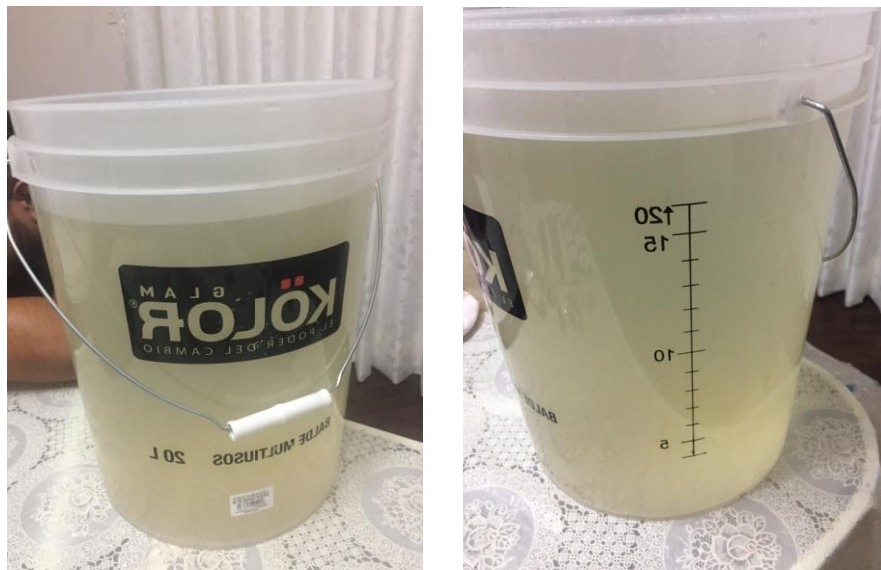


Figura 5: Baldes con agua residual industrial de la Refinería.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

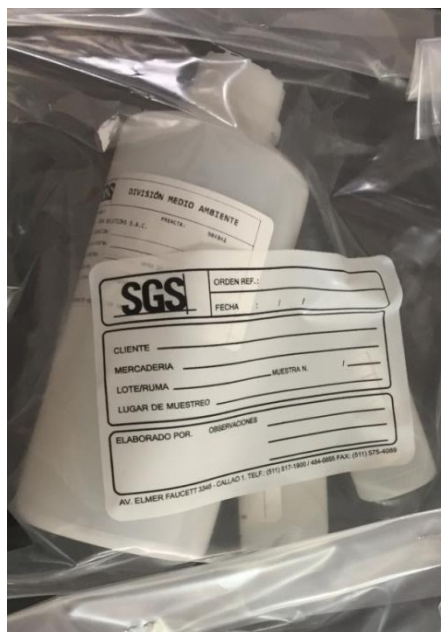


Figura 6: Frascos para el análisis previo al tratamiento.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Etapa 3: Análisis y pruebas de la muestra de agua residual industrial previos al tratamiento

Al tomar la muestra de agua inicial se recibió de acuerdo a las indicaciones del laboratorio para el análisis inicial, en un frasco de 1 litro para el análisis de DBO se llenó hasta el tope sin añadirle ningún reactivo, para el análisis del DQO se llenó un frasco de 100ml con 10 gotas de H_2SO_4 ; estos frascos se enviaron al laboratorio en un cooler a una temperatura de $5^{\circ}C$. Además se tomaron datos in situ con un Multiparámetro Calibrado desde fábrica, con el cual se determinaron ciertos parámetros para tener los datos iniciales, determinando pH, Conductividad eléctrica, Sólidos Disueltos Totales y Temperatura. Se llenó una ficha de registro de datos de campo y la cadena de custodia con la información correspondiente.



Figura 7: Reactivos para el almacenamiento correcto de las muestras.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 8: Multiparámetro para toma de datos in situ.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Figura 9: Muestra inicial enviada al laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4: Datos iniciales de la muestra de agua previo al tratamiento.

MUESTRA	PARÁMETROS	ANÁLISIS INICIAL	UNIDAD DE MEDIDA
MUESTRA INICIAL PREVIO AL TRATAMIENTO	Temperatura	20.1°C	°C
	Sólidos Totales Disueltos	412	ppm
	Conductividad Eléctrica	728	µS/cm
	pH	9.24	Unidad de pH
	DBO	132	mg/L
	DQO	382	mg/L

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Etapa 4: Aplicación del tratamiento con microburbujas de aire.

Para realizar la investigación y el uso de equipos para el tratamiento con microburbujas se utilizó un espacio en la casa del investigador acondicionada apropiadamente. Delimitando un espacio pertinente para que nadie ingrese ni cree distracciones, con el fin de que los datos que se tomen durante la investigación no se vean alterados. Para el tratamiento de microburbujas de aire se utilizaron dos generadores de microburbujas, dos compartimientos de entrada y salida, una compresora de aire, un variador de velocidad y una bomba de agua.

Los pasos para comenzar el tratamiento fueron los siguientes:

- Se llena el compartimiento de entrada con 15 litros de agua residual industrial, proveniente de la Refinería que se obtuvieron a las 10:00am el día 26 de Octubre del 2018.
- Se enciende la compresora de aire, para que esta se llene de aire.
- Se enciende el variador de velocidad, el cual empezó con una intensidad de 16Hz, el cual desfogó el aire que se encontraba dentro del compartimiento y este permite circular el agua residual. Una vez realizado, se aumentó el variador de velocidad hasta 60Hz.

- Se abrierón las valvulas de aire que van hacia los dos generadores de microburbujas. La cual salió con una presión de 80psi, fue ahí donde comenzó el tratamiento, las burbujas a una presión elevada se cargaron en la periferia haciendo que colapsen microscópicamente y se liberen una cantidad de radicales libres.
- Este tratamiento se realizó en distintos tiempos (20, 40 y 60 minutos), por cada 20 minutos que pasaban se tomaba una muestra de 1.5 litros de agua, las cuales se distribuyó 1 litro en un frasco proporcionado por el laboratorio para el análisis del DBO; 100 ml con 10 gotas de H₂SO₄ para el análisis de DQO; y por último 300ml en un vaso de precipitado para analizarlo con el multiparámetro, obteniendo datos de Temperatura, pH, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales.
- Durante el uso del equipo se tomó con un gotero agua de la muestra en tratamiento para su caracterización con el microscopio.
- Al finalizar el tratamiento se tomó una muestra de agua tratada para el análisis final de datos.

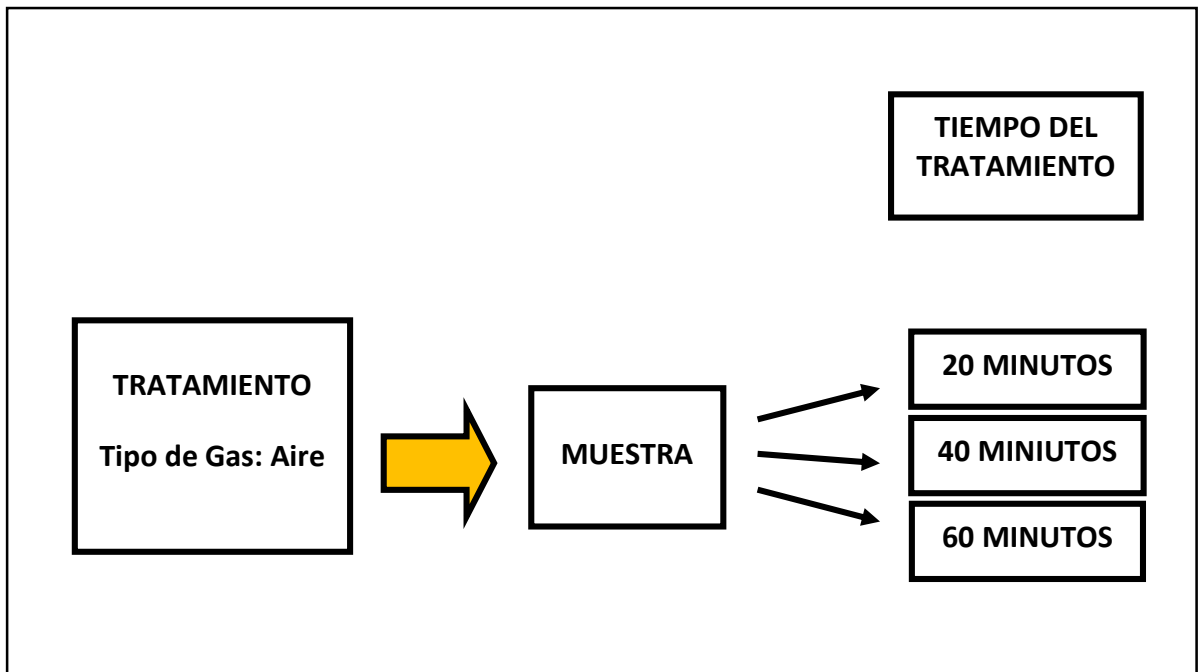


Figura 10: Diagrama del tratamiento con microburbujas de aire.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 11: Espacio acondicionado para el uso del equipo de microburbujas y aplicación del tratamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 12: Bomba de aire la cual va conectada con equipo generador de microburbujas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 13: Generadores de microburbujas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 14: Compartimientos de entrada y salida del equipo.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 15: Variador de velocidad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 16: Bomba de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

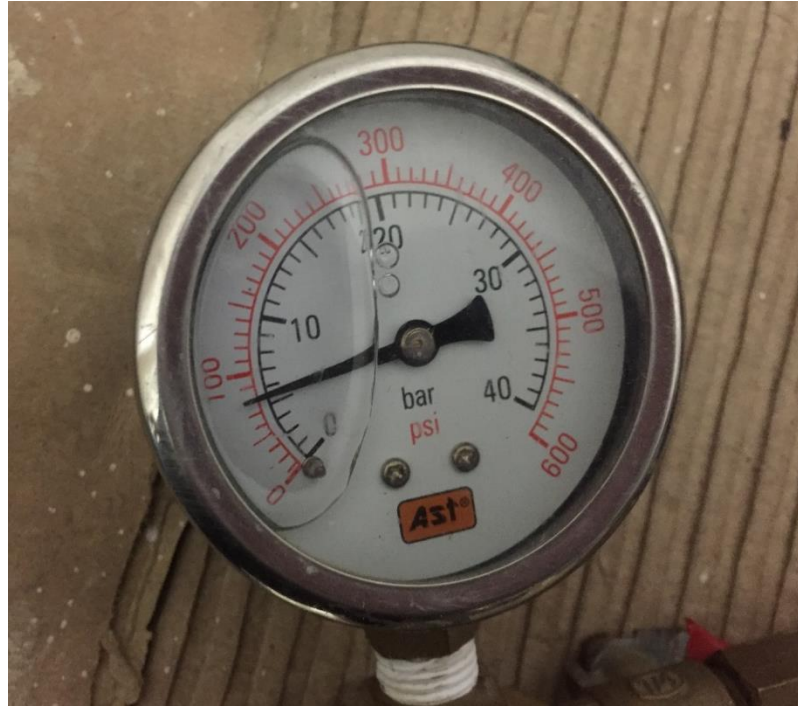


Figura 17: Manómetro con la presión de 80 PSI.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 18: Investigador haciendo uso del equipo de microburbujas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Etapa 5: Análisis de la muestra de agua residual industrial después de la aplicación del tratamiento

Por cada tiempo de aplicación de microburbujas se extrajo 2 litros de agua y se realizó el análisis correspondiente con el uso de un multiparámetro, luego se almacenó en 2 frascos por cada tiempo una muestra y se envió al laboratorio donde se realizó el análisis correspondiente.

Se analizó además el comportamiento y características de las microburbujas, utilizando la ficha de matriz de variable independiente, donde se indica lo que se determinó.

Etapa 6: Interpretación y análisis

Una vez obtenidos los resultados en un espacio ambientado en casa del investigador y los resultados obtenidos del laboratorio acreditado fue analizado estadísticamente mediante el programa SAS, TUKEY y Excel 2016.

2.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos del presente proyecto de investigación, se utilizó distintas fichas, con los cuales se tuvieron todos los datos recopilados. Las fichas necesarias fueron la de cadena de custodia, matriz de variable independiente, una ficha de registro de análisis de laboratorio y una ficha de registro de datos de campo, con los cuales se registraron los parámetros evaluados antes y después del tratamiento, sin que se pierda ningún dato y todo este ordenado y claro.

2.6.1 VALIDEZ

La validez de los instrumentos y las técnicas de recolección de datos fueron aprobadas a través del juicio de 3 expertos de la Universidad César Vallejo, especialistas en el tema que tienen conocimiento del proyecto de investigación, los cuales después de revisar los fines de la investigación, realizaron una calificación de los instrumentos los cuales como resultado dieron un promedio de calificación “Aceptable”.

- Ing. Juan Julio Ordoñez Gálvez
- Ing. Abel Filomeno Inga Díaz
- Ing. Wilber Quijano Pacheco

Las fichas de validación de instrumentos están en el apartado anexos:

- **Anexo N°1:**

Ficha de validación N°1 – Matriz de variable independiente

- **Anexo N°2:**

Ficha de validación N°2 – Ficha de registro de datos de campo

- **Anexo N°3:**

Ficha de validación N°3 – Ficha de registro de análisis de laboratorio

- **Anexo N°4:**

Ficha de validación N°4 – Cadena de custodia

2.7 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

El trabajo estuvo planteado bajo un diseño completo al azar con tres tratamientos que son los diferentes tiempos de contacto y cada uno con tres tratamientos, siendo el software SAS para realizar el ANOVA, el cual es un análisis de varianza, prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La comparación de medias la prueba de contraste se realizó con el programa TUKEY y el Excel se usó para hacer los gráficos y tablas.

2.8 ASPECTOS ÉTICOS

Toda la información, datos recopilados como también los estudios aplicados que se realizaron en el presente proyecto de tesis se utilizaran solo para fines académicos para el muestreo del agua residual industrial. Se asegura el respeto por la biodiversidad y la honestidad con la que se trabajó durante todo el proyecto.

CAPÍTULO III
RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS MICROBURBUJAS DE AIRE

TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS DE AIRE

Primera Repetición

Tabla 5: Tamaño y cantidad de microburbujas en la primera repetición.

TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS PRIMERA REPETICIÓN		
20 MINUTOS	Nº BURBUJAS	113
	DIAMETRO MÍNIMO	2 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	9.338 μm
	PROMEDIO EN 20 MIN	5.563 μm
40 MINUTOS	Nº BURBUJAS	196
	DIAMETRO MÍNIMO	1 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	7.929 μm
	PROMEDIO EN 40 MIN	2.623 μm
60 MINUTOS	Nº BURBUJAS	279
	DIAMETRO MÍNIMO	1 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	7.87 μm
	PROMEDIO EN 60 MIN	2.243 μm
PROMEDIO TOTAL DE BURBUJAS		3.47 μm

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 5 se han colocado los datos obtenidos del tamaño de la microburbuja en la primera repetición, la cual se observó y determinó el diámetro mediante un microscopio y con el programa DigitalCam, obteniendo la cantidad de burbujas que hay en una gota de agua y el diámetro de todas las microburbujas, por lo que al obtener estos datos se colocaron en un Excel y se determinó el diámetro mínimo, el diámetro máximo, el promedio de burbujas por tiempo y general en la repetición.

Segunda Repetición

Tabla 6: Tamaño y cantidad de microburbujas en la segunda repetición.

TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS SEGUNDA REPETICIÓN		
20 MINUTOS	N° BURBUJAS	117
	DIAMETRO MÍNIMO	1.2 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	9.8 μm
	PROMEDIO EN 20 MIN	4.222 μm
40 MINUTOS	N° BURBUJAS	204
	DIAMETRO MÍNIMO	1 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	8.12 μm
	PROMEDIO EN 40 MIN	2.599 μm
60 MINUTOS	N° BURBUJAS	281
	DIAMETRO MÍNIMO	1 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	7.932 μm
	PROMEDIO EN 60 MIN	2.305 μm
PROMEDIO TOTAL DE BURBUJAS		3.042 μm

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 6 se han colocado los datos obtenidos del tamaño de la microburbuja en la segunda repetición, la cual se observó y determinó el diámetro mediante un microscopio y con el programa DigitalCam, obteniendo la cantidad de burbujas que hay en una gota de agua y el diámetro de todas las microburbujas, por lo que al obtener estos datos se colocaron en un Excel y se determinó el diámetro mínimo, el diámetro máximo, el promedio de burbujas por tiempo y general en la repetición.

Tercera Repetición

Tabla 7: Tamaño y cantidad de microburbujas en la tercera repetición.

TAMAÑO Y CANTIDAD DE MICROBURBUJAS TERCERA REPETICIÓN		
20 MINUTOS	N° BURBUJAS	106
	DIAMETRO MÍNIMO	1.4 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	8 μm
	PROMEDIO EN 20 MIN	5.117 μm
40 MINUTOS	N° BURBUJAS	205
	DIAMETRO MÍNIMO	1 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	7.95 μm
	PROMEDIO EN 40 MIN	2.633 μm
60 MINUTOS	N° BURBUJAS	292
	DIAMETRO MÍNIMO	1 μm
	DIAMETRO MÁXIMO	7.932 μm
	PROMEDIO EN 60 MIN	2.258 μm
PROMEDIO TOTAL DE BURBUJAS		3.336 μm

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 7 se han colocado los datos obtenidos del tamaño de la microburbuja en la tercera repetición, la cual se observó y determinó el diámetro mediante un microscopio y con el programa DigitalCam, obteniendo la cantidad de burbujas que hay en una gota de agua y el diámetro de todas las microburbujas, por lo que al obtener estos datos se colocaron en un Excel y se determinó el diámetro mínimo, el diámetro máximo, el promedio de burbujas por tiempo y general en la repetición.

VELOCIDAD DE ASCENSO

Utilizando la fórmula ya planteada para la velocidad de ascenso de las microburbujas según TSEGU es la siguiente:

$$U = \rho g d^2 / 18\mu$$

....(1)

Donde:

V = Velocidad de ascenso	= (x)
ρ = densidad del líquido (1 g/ml)	= 998.2 g/L = 998.2 kg/m ³
g = Aceleración de la Gravedad	= 9.8 m/s ²
d = Diámetro de la burbuja	= 3.476 x 10 ⁻⁶ m (Primera repetición) 3.042 x 10 ⁻⁶ m (Segunda repetición) 3.336 x 10 ⁻⁶ m (Tercera repetición)
η = Viscosidad del líquido	= 1.005 x 10 ⁻³ kg/m.s

Primera Repetición

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (3.476 \times 10^{-6} m)^2}{18(1.005 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s})}$$

$$V = 6.534 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$$

Segunda Repetición

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (3.042 \times 10^{-6} m)^2}{18(1.005 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s})}$$

$$V = 5.004 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$$

Tercera Repetición

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (3.336 \times 10^{-6} m)^2}{18(1.005 \times 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s})}$$

$$V = 6.018 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$$

PRESIÓN INTERNA DE LAS MICROBURBUJAS

Se determinará la presión interna de las microburbujas mediante la siguiente ecuación algebraica según TSEGU:

$$P = P_l + \frac{4\sigma}{db} \quad \dots(2)$$

Donde:

P = presión interna de la burbuja = x atm

P_l = presión del líquido = 1.45 atm

σ = Tensión superficial = 0.0728 N/m

d = Diámetro de la mB = 3.476 x 10⁻⁶ m

3.042 x 10⁻⁶ m

3.336 x 10⁻⁶ m

Primera Repetición

$$P = 1.45 \text{ atm} + \frac{4 \left(0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}\right)}{3.476 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 83774.453 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 0.827 \text{ atm}$$

$$P = 2.277 \text{ atm}$$

Segunda Repetición

$$P = 1.45 \text{ atm} + \frac{4 \left(0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}\right)}{3.042 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 95726.495 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 0.945 \text{ atm}$$

$$P = 2.395 \text{ atm}$$

Tercera Repetición

$$P = 1.45 \text{ atm} + \frac{4 \left(0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}\right)}{3.336 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 87290.167 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 0.861 \text{ atm}$$

$$P = 2.311 \text{ atm}$$

3.2 TIEMPO DE CONTACTO ÓPTIMO POR PARÁMETRO ANALIZADO

3.2.1 TEMPERATURA

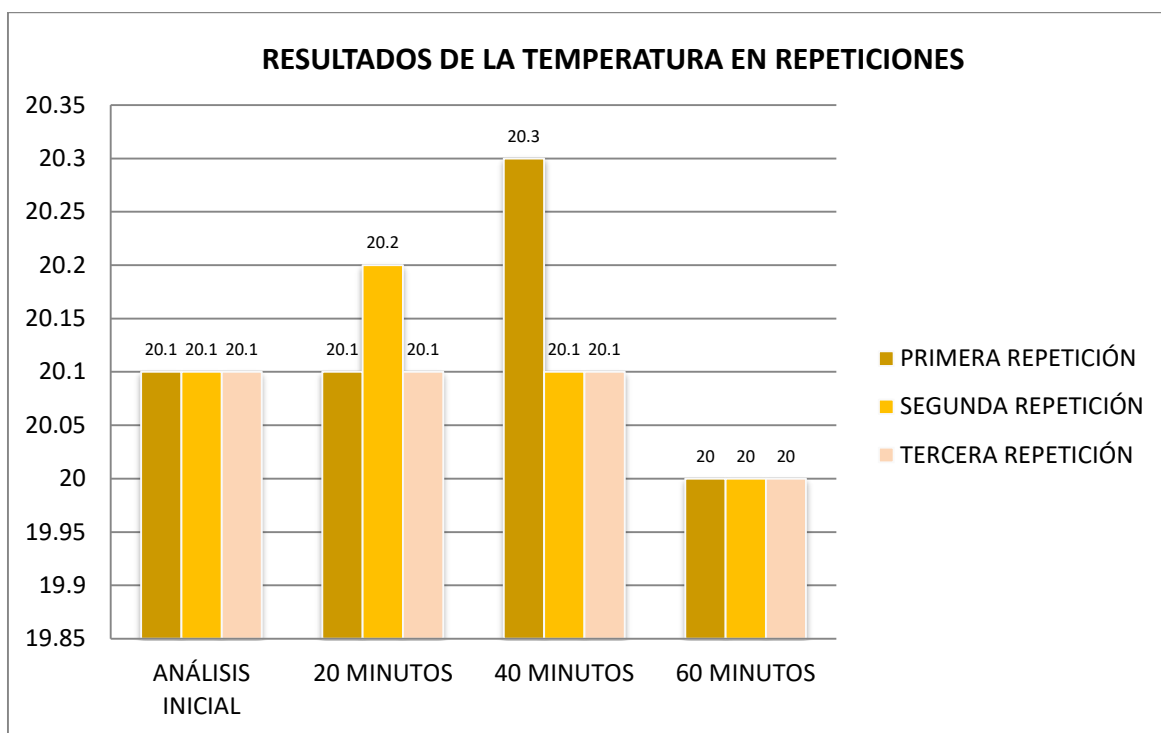
Tabla 8: Resultados de la temperatura con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

RESULTADOS DE LA TEMPERATURA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE				
REPETICIÓN	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS DURANTE EL TRATAMIENTO		
		20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN	20.1°C	20.1°C	20.3°C	20.1°C
SEGUNDA REPETICIÓN	20.1°C	20.2°C	20.1°C	20°C
TERCERA REPETICIÓN	20.1°C	20.1°C	20.1°C	20°C
PROMEDIO	20.1°C	20.1°C	20.1°C	20°C

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 8 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y posterior al tratamiento, donde el análisis inicial de la temperatura fue de 20.1 °C, cuando se aplicó el tratamiento de microburbujas de aire este fue aplicado en tres tiempos y se realizaron tres repeticiones, siendo sus datos muy próximos debido a que el tratamiento no altera la temperatura ni se le aplicó energía térmica. Como promedio de las tres repeticiones por tiempo fue para los 20 minutos una temperatura de 20.1 °C, para los 40 minutos fue una temperatura de 20.1 °C, para los 60 minutos fue una temperatura de 20 °C.

Gráfico 1: Resultados de la temperatura en repeticiones.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En el gráfico 1 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y durante al tratamiento, donde se han plasmado los datos de la temperatura los cuales con la aplicación del tratamiento no se han variado ya que este es un parámetro al cual no se le aplicó energía térmica y el tratamiento no alteró la temperatura, ya que la energía que se da está en los motores. Por lo que se puede evidenciar que la temperatura inicial es de 20.1°C y que la temperatura final es de 20°C por lo que se mantiene la temperatura, y la única variación que se da es de 0.1°C.

Análisis Estadístico

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el programa SAS y TUKEY con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	0.02888889	0.01444444	2.17	0.1958
Error	6	0.04000000	0.00666667		
Total	8	0.06888889			

Coefficiente de variación: 0.405993

Del análisis de varianza (ANVA) se observa que no existe diferencia debido a que el tratamiento no ha generado energía térmica. Al análisis del contraste de Tukey se observa que son letras iguales debido a que no ha tenido una diferencia significativa en la temperatura.

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	20.16667	3	40
A	20.13333	3	20
A	20.03333	3	60

3.2.2 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

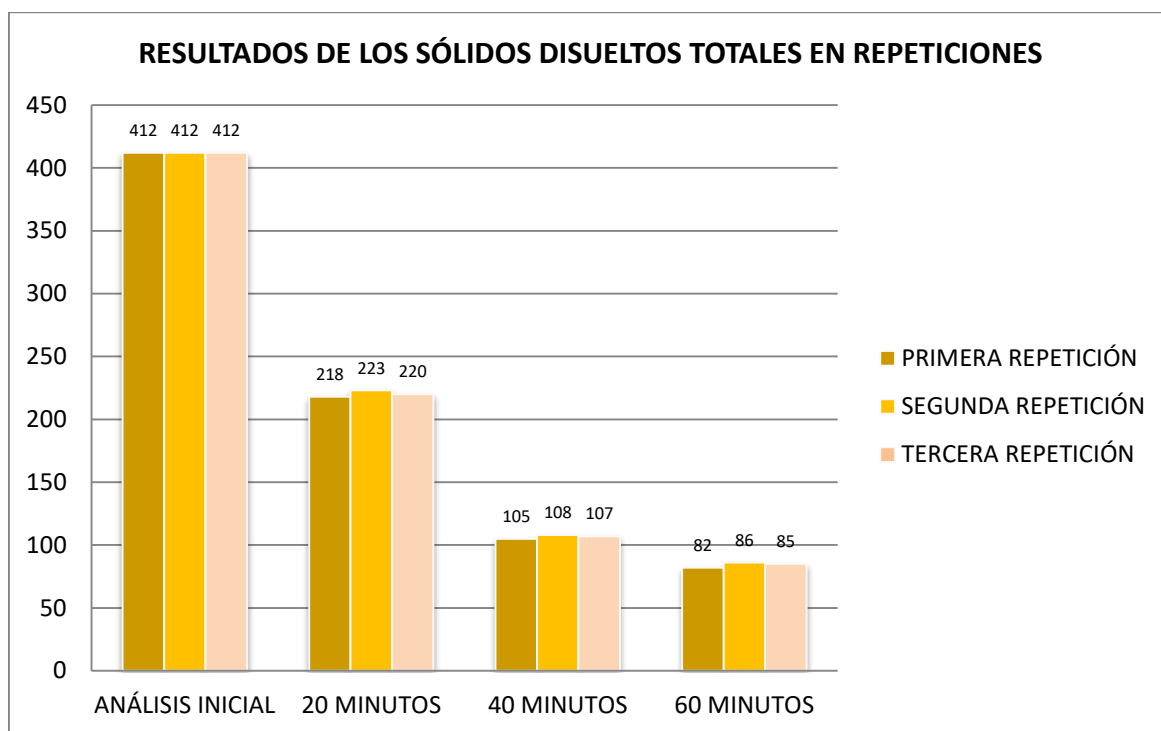
Tabla 9: Resultados de los sólidos totales disueltos con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE				
REPETICIÓN	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS DURANTE EL TRATAMIENTO		
		20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN	412 ppm	218 ppm	105 ppm	82 ppm
SEGUNDA REPETICIÓN	412 ppm	223 ppm	108 ppm	86 ppm
TERCERA REPETICIÓN	412 ppm	220 ppm	107 ppm	85 ppm
PROMEDIO	412 ppm	220 ppm	106 ppm	84 ppm

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 9 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes, durante y posterior al tratamiento, donde el análisis inicial de los sólidos disueltos totales fue de 412 ppm, cuando se aplicó el tratamiento de microburbujas de aire este fue aplicado en tres tiempos y se realizaron tres repeticiones, siendo sus datos muy próximos por lo que se consideró el promedio de las tres repeticiones, por lo que para los 20 minutos del tratamiento fue de 220 ppm, para los 40 minutos fue de 106 ppm, para los 60 minutos fue de 84 ppm.

Gráfico 2: Resultados de los sólidos disueltos totales en repeticiones.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En el gráfico 2 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y durante al tratamiento, donde se han plasmado los datos de los sólidos totales disueltos los cuales con la aplicación del tratamiento han variado notablemente, ya que al realizar el análisis inicial este fue de 412 ppm y al aplicar el tratamiento en tiempos su concentración se redujo. Según los resultados se puede evidenciar que mientras más tiempo de contacto de las microburbujas con el agua residual, más disminuye, se puede ver en el gráfico que al tiempo de 20 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones, 218 ppm, 223 ppm y 220 ppm; al tiempo de 40 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 105 ppm, 108 ppm y 107 ppm; y finalmente al tiempo de 60 minutos de contacto se obtiene 82 ppm, 86 ppm y 85 ppm, por lo que se evidencia la reducción en todos los tiempos de contacto y se deduce que a más tiempo de contacto mejores resultados de reducción se obtienen.

Análisis Estadístico

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el programa SAS y TUKEY con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	31914.88889	15957.44444	3682.49	<.0001
Error	6	26.00000	4.33333		
Total	8	31940.88889			

Coefficiente de variación: 1.518233

Del análisis de varianza (ANVA) se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos, significa que los tres tratamientos son diferentes. Al análisis del contraste de Tukey se observa que son letras diferentes o que existe diferencia significativa en los tratamientos y de ello se desprende de los valores indicando que el tratamiento C (60 minutos) es mejor que el B (40 minutos) y A (20 minutos).

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	202.333	3	40
B	106.667	3	20
C	84.333	3	60

3.2.3 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

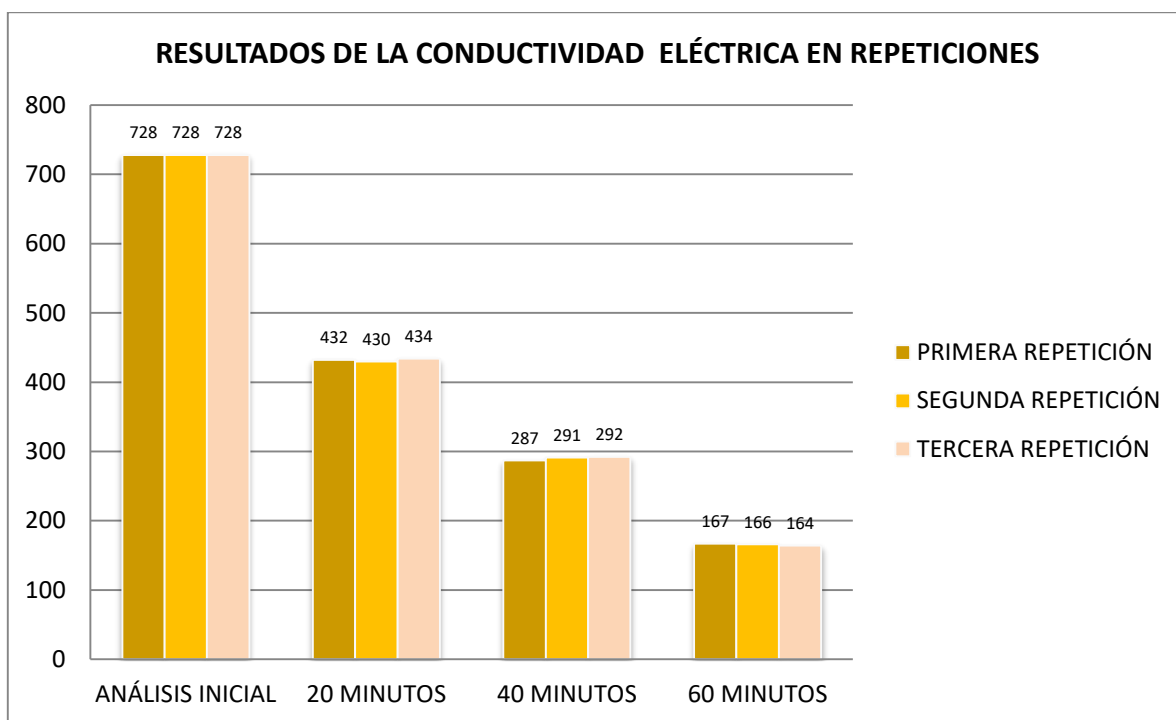
Tabla 10: Resultados de la conductividad eléctrica con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE				
REPETICIÓN	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS DURANTE EL TRATAMIENTO		
		20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN	728 $\mu\text{S/cm}$	432 $\mu\text{S/cm}$	287 $\mu\text{S/cm}$	167 $\mu\text{S/cm}$
SEGUNDA REPETICIÓN	728 $\mu\text{S/cm}$	430 $\mu\text{S/cm}$	291 $\mu\text{S/cm}$	166 $\mu\text{S/cm}$
TERCERA REPETICIÓN	728 $\mu\text{S/cm}$	434 $\mu\text{S/cm}$	292 $\mu\text{S/cm}$	164 $\mu\text{S/cm}$
PROMEDIO	728 $\mu\text{S/cm}$	432 $\mu\text{S/cm}$	290 $\mu\text{S/cm}$	165 $\mu\text{S/cm}$

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 10 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes, durante y posterior al tratamiento, donde el análisis inicial de la conductividad eléctrica fue de 728 $\mu\text{S/cm}$, cuando se aplicó el tratamiento de microburbujas de aire este fue aplicado en tres tiempos y se realizaron tres repeticiones, siendo sus datos muy próximos por lo que se consideró el promedio de las tres repeticiones, por lo que para los 20 minutos del tratamiento fue de 432 $\mu\text{S/cm}$, para los 40 minutos fue de 290 $\mu\text{S/cm}$, para los 60 minutos fue de 165 $\mu\text{S/cm}$.

Gráfico 3: Resultados de la conductividad eléctrica en repeticiones.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En el gráfico 3 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y durante al tratamiento, donde se han plasmado los datos de la conductividad eléctrica los cuales con la aplicación del tratamiento han variado notablemente, ya que al realizar el análisis inicial este fue de 728 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y al aplicar el tratamiento en tiempos su concentración se redujo. Según los resultados se puede evidenciar que mientras más tiempo de contacto de las microburbujas con el agua residual, más disminuye, se puede ver en el gráfico que al tiempo de 20 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones, 432 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 434 $\mu\text{S}/\text{cm}$; al tiempo de 40 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 287 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 291 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 292 $\mu\text{S}/\text{cm}$; y finalmente al tiempo de 60 minutos de contacto se obtiene 167 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 164 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que se evidencia la reducción en todos los tiempos de contacto y se deduce que a más tiempo de contacto mejores resultados de reducción se obtienen.

Análisis Estadístico

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el programa SAS y TUKEY con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	106556.2222	53278.1111	11987.6	<.0001
Error	6	26.6667	4.4444		
Total	8	106582.8889			

Coefficiente de variación: 0.712492

Del análisis de varianza (ANVA) se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos, significa que los tres tratamientos son diferentes. Al análisis del contraste de Tukey se observa que son letras diferentes o que existe diferencia significativa en los tratamientos y de ello se desprende de los valores indicando que el tratamiento C (60 minutos) es mejor que el B (40 minutos) y A (20 minutos).

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	432.000	3	40
B	290.000	3	20
C	165.000	3	60

3.2.4 POTENCIAL HIDRÓGENO (PH)

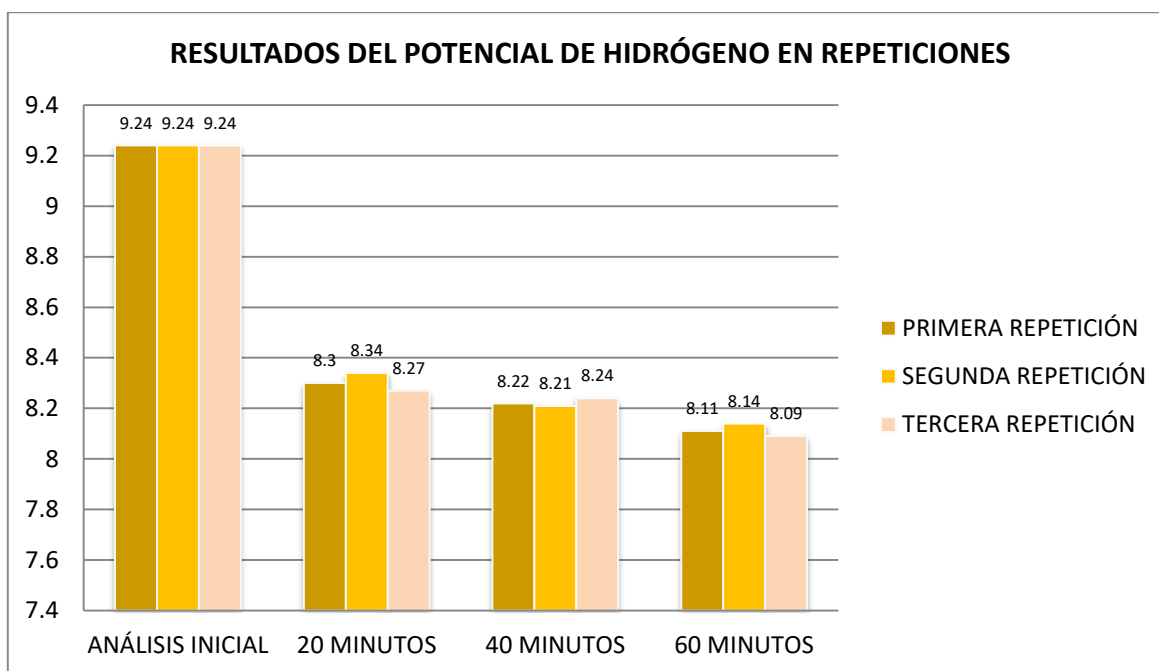
Tabla 11: Resultados del pH con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

RESULTADOS DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE				
REPETICIÓN	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS DURANTE EL TRATAMIENTO		
		20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN	9.24	8.3	8.22	8.11
SEGUNDA REPETICIÓN	9.24	8.34	8.21	8.14
TERCERA REPETICIÓN	9.24	8.27	8.24	8.09
PROMEDIO	9.24	8.3	8.22	8.11

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 11 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes, durante y posterior al tratamiento, donde el análisis inicial del potencial de hidrógeno (pH) fue de un valor de 9.24, cuando se aplicó el tratamiento de microburbujas de aire este fue aplicado en tres tiempos y se realizaron tres repeticiones, siendo sus datos muy próximos por lo que se consideró el promedio de las tres repeticiones, por lo que para los 20 minutos del tratamiento fue de 8.30, para los 40 minutos fue de 8.22, para los 60 minutos fue de 8.11.

Gráfico 4: Resultados del pH en repeticiones.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En el gráfico 4 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y durante al tratamiento, donde se han plasmado los datos del potencial de hidrógeno (pH) los cuales con la aplicación del tratamiento han variado notablemente, ya que al realizar el análisis inicial este fue de 9.24 y al aplicar el tratamiento en tiempos su concentración se redujo. Según los resultados se puede evidenciar que mientras más tiempo de contacto de las microburbujas con el agua residual, más disminuye, se puede ver en el gráfico que al tiempo de 20 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 8.3, 8.34 y 8.27; al tiempo de 40 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 8.22, 8.21 y 8.24; y finalmente al tiempo de 60 minutos de contacto se obtiene 8.11, 8.14 y 8.09, por lo que se evidencia la reducción en todos los tiempos de contacto y se deduce que a más tiempo de contacto mejores resultados de reducción se obtienen.

Análisis Estadístico

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el programa SAS y TUKEY con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	0.05460000	0.02730000	39.00	0.0004
Error	6	0.00420000	0.00070000		
Total	8	0.05880000			

Coefficiente de variación: 0.322129

Del análisis de varianza (ANVA) se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos, significa que los tres tratamientos son diferentes. Al análisis del contraste de Tukey se observa que son letras diferentes o que existe diferencia significativa en los tratamientos y de ello se desprende de los valores indicando que el tratamiento C (60 minutos) es mejor que el B (40 minutos) y A (20 minutos).

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	8.30333	3	40
B	8.22333	3	20
C	8.11333	3	60

3.2.5 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)

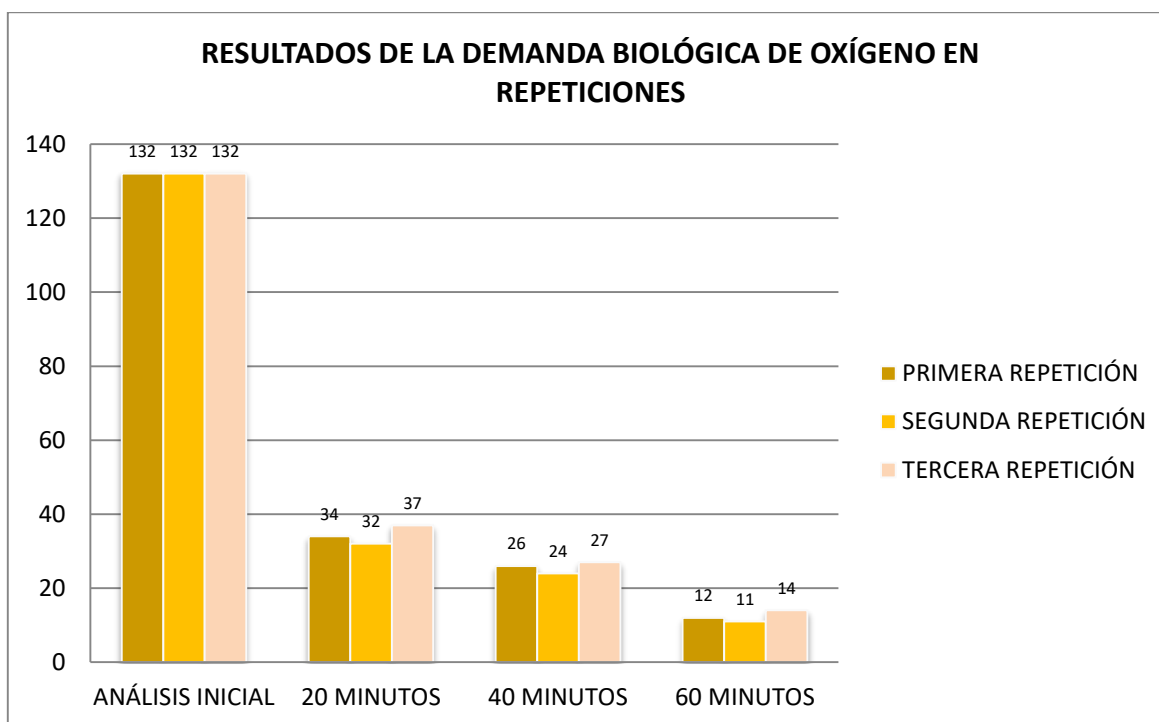
Tabla 12: Resultados de la demanda biológica de oxígeno (DBO) con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

RESULTADOS DE DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE				
REPETICIÓN	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS DURANTE EL TRATAMIENTO		
		20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN	132 mg/L	34 mg/L	26 mg/L	12 mg/L
SEGUNDA REPETICIÓN	132 mg/L	32 mg/L	24 mg/L	11 mg/L
TERCERA REPETICIÓN	132 mg/L	37 mg/L	27 mg/L	14 mg/L
PROMEDIO	132 mg/L	34 mg/L	25 mg/L	12 mg/L

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 12 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes, durante y posterior al tratamiento, donde el análisis inicial de la demanda biológica de oxígeno fue de 132 mg/L, cuando se aplicó el tratamiento de microburbujas de aire este fue aplicado en tres tiempos y se realizaron tres repeticiones, siendo sus datos muy próximos por lo que se consideró el promedio de las tres repeticiones, por lo que para los 20 minutos del tratamiento fue de 34 mg/L, para los 40 minutos fue de 25 mg/L, para los 60 minutos fue de 12 mg/L.

Gráfico 5: Resultados de la demanda biológica de oxígeno en repeticiones.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En el gráfico 5 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y durante al tratamiento, donde se han plasmado los datos de la demanda biológica de oxígeno (DBO) los cuales con la aplicación del tratamiento han variado notablemente, ya que al realizar el análisis inicial este fue de 132 mg/L y al aplicar el tratamiento en tiempos su concentración se redujo. Según los resultados se puede evidenciar que mientras más tiempo de contacto de las microburbujas con el agua residual, más disminuye, se puede ver en el gráfico que al tiempo de 20 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 34 mg/L, 32 mg/L y 37 mg/L; al tiempo de 40 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 26 mg/L, 24 mg/L y 27 mg/L; y finalmente al tiempo de 60 minutos de contacto se obtiene 12 mg/L, 11 mg/L y 14 mg/L, por lo que se evidencia la reducción en todos los tiempos de contacto y se deduce que a más tiempo de contacto mejores resultados de reducción se obtienen.

Análisis Estadístico

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el programa SAS y TUKEY con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr>F
Entre Tratamientos	2	736.8888889	368.4444444	100.48	<.0001
Error	6	22.0000000	3.6666667		
Total	8	758.8888889			

Coefficiente de variación: 7.941792

Del análisis de varianza (ANVA) se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos, significa que los tres tratamientos son diferentes. Al análisis del contraste de Tukey se observa que son letras diferentes o que existe diferencia significativa en los tratamientos y de ello se desprende de los valores indicando que el tratamiento C (60 minutos) es mejor que el B (40 minutos) y A (20 minutos).

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	34.333	3	40
B	25.667	3	20
C	12.333	3	60

3.2.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

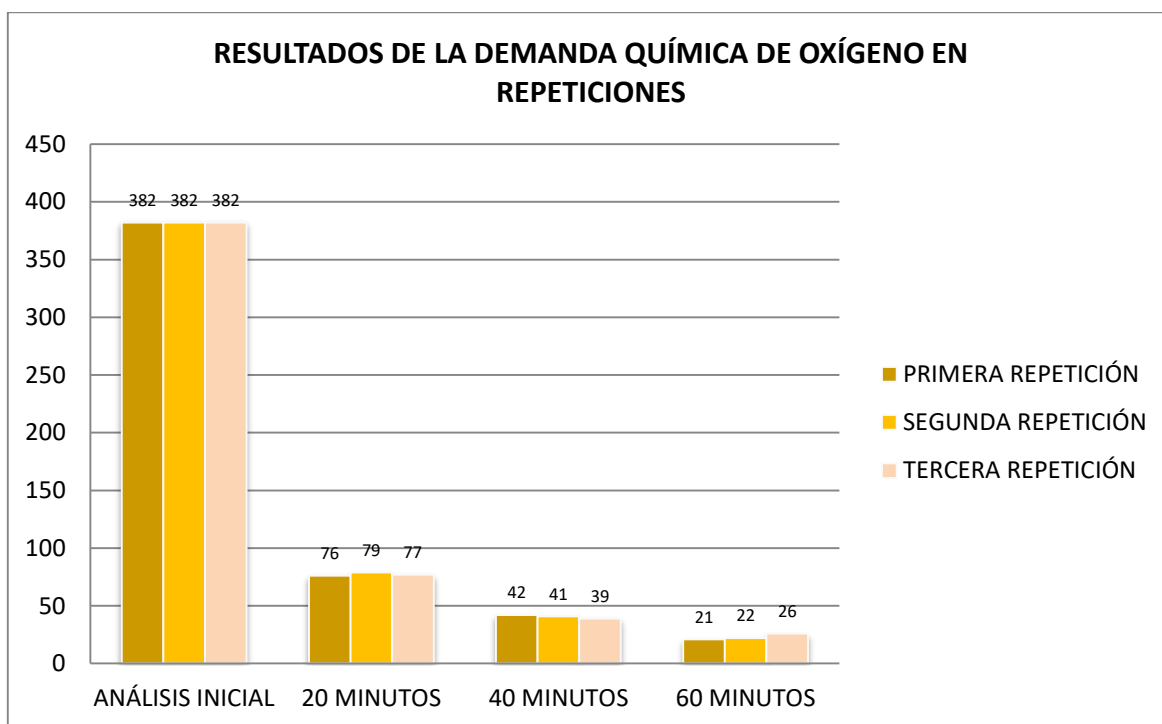
Tabla 13: Resultados de la demanda química de oxígeno (DQO) con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

RESULTADOS DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE				
REPETICIÓN	ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS DURANTE EL TRATAMIENTO		
		20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN	382 mg/L	76 mg/L	42 mg/L	21 mg/L
SEGUNDA REPETICIÓN	382 mg/L	79 mg/L	41 mg/L	22 mg/L
TERCERA REPETICIÓN	382 mg/L	77 mg/L	39 mg/L	26 mg/L
PROMEDIO	382 mg/L	77 mg/L	40 mg/L	23 mg/L

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la tabla 13 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes, durante y posterior al tratamiento, donde el análisis inicial de la demanda química de oxígeno fue de 382 mg/L, cuando se aplicó el tratamiento de microburbujas de aire este fue aplicado en tres tiempos y se realizaron tres repeticiones, siendo sus datos muy próximos por lo que se consideró el promedio de las tres repeticiones, por lo que para los 20 minutos del tratamiento arrojó un fue de 77 mg/L, para los 40 minutos fue de 40 mg/L, para los 60 minutos fue de 23 mg/L.

Gráfico 6: Resultados de la demanda química de oxígeno en repeticiones.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En el gráfico 6 se han colocado los resultados de los análisis tomados antes y durante al tratamiento, donde se han plasmado los datos de la demanda química de oxígeno (DQO) los cuales con la aplicación del tratamiento han variado notablemente, ya que al realizar el análisis inicial este fue de 382 mg/L y al aplicar el tratamiento en tiempos su concentración se redujo. Según los resultados se puede evidenciar que mientras más tiempo de contacto de las microburbujas con el agua residual, más disminuye, se puede ver en el gráfico que al tiempo de 20 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 76 mg/L, 79 mg/L y 77 mg/L; al tiempo de 40 minutos de contacto se obtiene en las repeticiones 42 mg/L, 41 mg/L y 39 mg/L; y finalmente al tiempo de 60 minutos de contacto se obtiene 21 mg/L, 22 mg/L y 26 mg/L, por lo que se evidencia la reducción en todos los tiempos de contacto y se deduce que a más tiempo de contacto mejores resultados de reducción se obtienen.

Análisis Estadístico

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el programa SAS y TUKEY con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos.

Source	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Value	Pr>F
Entre tratamientos	2	4608.666667	2304.333333	592.54	<.0001
Error	6	23.333333	3.888889		
Total	8	4632.000000			

Coefficiente de variación: 4.195801

Del análisis de varianza (ANVA) se observa que existe diferencia significativa en los tratamientos, significa que los tres tratamientos son diferentes. Al análisis del contraste de Tukey se observa que son letras diferentes o que existe diferencia significativa en los tratamientos y de ello se desprende de los valores indicando que el tratamiento C (60 minutos) es mejor que el B (40 minutos) y A (20 minutos).

Tukey Grouping	Mean	N	TRT
A	77.333	3	40
B	40.667	3	20
C	23.000	3	60

3.3 PROCESO PARA LA OBTENCION DE LAS MICROBURBUJAS

3.3.1 PRESIÓN DE AIRE

Durante el proceso para la obtención de las microburbujas de aire se conectó un equipo generador de aire a la maquina generadora de microburbujas con una presión determinada, la cual se registró por cada repetición.

Primera Repetición

- 80 PSI

Segunda Repetición

- 80 PSI

Tercera Repetición

- 80 PSI

3.3.2 POTENCIA Y VELOCIDAD DEL FLUJO DEL AGUA

Se tomó la velocidad del flujo del agua por cada repetición con una diferente potencia generada por el variador, dando los siguientes datos:

- 30 Hertz

Primera Repetición

20 ml	→	3.53 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{3.53 \text{ seg}} = 5.666 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	7.35 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{7.35 \text{ seg}} = 5.442 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	10.85 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{10.85 \text{ seg}} = 5.529 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	13.99 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{13.99 \text{ seg}} = 5.718 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	17.61 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{17.61 \text{ seg}} = 5.679 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 5.607 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 5.607 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Segunda Repetición

20 ml	→	3.55 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{3.55 \text{ seg}} = 5.633 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	7.32 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{7.32 \text{ seg}} = 5.464 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	10.86 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{10.86 \text{ seg}} = 5.524 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	13.94 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{13.94 \text{ seg}} = 5.738 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	17.66 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{17.66 \text{ seg}} = 5.662 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 5.604 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 5.604 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Tercera Repetición

20 ml	→	3.52 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{3.52 \text{ seg}} = 5.681 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	7.36 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{7.36 \text{ seg}} = 5.434 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	10.88 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{10.88 \text{ seg}} = 5.514 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	13.96 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{13.96 \text{ seg}} = 5.730 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	17.63 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{17.63 \text{ seg}} = 5.672 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 5.606 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 5.606 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Promedio de las repeticiones:

Primera Repetición		$= 5.607 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 5.607 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Segunda Repetición		$= 5.604 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 5.604 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Tercera Repetición		$= 5.606 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 5.606 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Promedio Final	→	$= 5.605 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 5.605 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

➤ 40 Hertz

Primera Repetición

$$20 \text{ ml} \longrightarrow 2.36 \text{ seg} \longrightarrow \frac{20 \text{ mL}}{2.36 \text{ seg}} = 8.474 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$40 \text{ ml} \longrightarrow 4.79 \text{ seg} \longrightarrow \frac{40 \text{ mL}}{4.79 \text{ seg}} = 8.350 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$60 \text{ ml} \longrightarrow 7.21 \text{ seg} \longrightarrow \frac{60 \text{ mL}}{7.21 \text{ seg}} = 8.321 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$80 \text{ ml} \longrightarrow 9.89 \text{ seg} \longrightarrow \frac{80 \text{ mL}}{9.89 \text{ seg}} = 8.088 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$100 \text{ ml} \longrightarrow 12.25 \text{ seg} \longrightarrow \frac{100 \text{ mL}}{12.25 \text{ seg}} = 8.163 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$\begin{aligned} \text{Promedio} \longrightarrow &= 8.279 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} \\ &= 8.279 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}} \end{aligned}$$

Segunda Repetición

$$20 \text{ ml} \longrightarrow 2.32 \text{ seg} \longrightarrow \frac{20 \text{ mL}}{2.32 \text{ seg}} = 8.620 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$40 \text{ ml} \longrightarrow 4.76 \text{ seg} \longrightarrow \frac{40 \text{ mL}}{4.76 \text{ seg}} = 8.403 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$60 \text{ ml} \longrightarrow 7.25 \text{ seg} \longrightarrow \frac{60 \text{ mL}}{7.25 \text{ seg}} = 8.275 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$80 \text{ ml} \longrightarrow 9.87 \text{ seg} \longrightarrow \frac{80 \text{ mL}}{9.87 \text{ seg}} = 8.105 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$100 \text{ ml} \longrightarrow 12.28 \text{ seg} \longrightarrow \frac{100 \text{ mL}}{12.28 \text{ seg}} = 8.143 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$$

$$\begin{aligned} \text{Promedio} \longrightarrow &= 8.309 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} \\ &= 8.309 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}} \end{aligned}$$

Tercera Repetición

20 ml	→	2.38 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{2.38 \text{ seg}} = 8.403 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	4.75 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{4.75 \text{ seg}} = 8.421 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	7.22 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{7.22 \text{ seg}} = 8.310 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	9.85 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{9.85 \text{ seg}} = 8.121 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	12.26 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{12.26 \text{ seg}} = 8.156 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 8.282 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 8.282 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Promedio de las repeticiones:

Primera Repetición		$= 8.279 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.279 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Segunda Repetición		$= 8.309 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.309 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Tercera Repetición		$= 8.282 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.282 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Promedio Final	→	$= 8.29 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.29 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

➤ 50 Hertz

Primera Repetición

20 ml	→	2.60 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{2.60 \text{ seg}} = 7.692 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	4.72 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{4.72 \text{ seg}} = 8.474 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	6.99 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{6.99 \text{ seg}} = 8.583 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	9.15 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{9.15 \text{ seg}} = 8.743 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	11.21 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{11.21 \text{ seg}} = 8.920 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 8.482 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 8.482 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Segunda Repetición

20 ml	→	2.63 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{2.63 \text{ seg}} = 7.604 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	4.69 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{4.69 \text{ seg}} = 8.528 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	6.96 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{6.96 \text{ seg}} = 8.620 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	9.18 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{9.18 \text{ seg}} = 8.714 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	11.24 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{11.24 \text{ seg}} = 8.896 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 8.472 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 8.472 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Tercera Repetición

20 ml	→	2.63 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{2.63 \text{ seg}} = 7.604 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	4.73 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{4.73 \text{ seg}} = 8.456 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	6.96 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{6.96 \text{ seg}} = 8.620 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	9.12 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{9.12 \text{ seg}} = 8.771 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	11.18 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{11.18 \text{ seg}} = 8.944 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 8.479 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 8.479 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Promedio de las repeticiones:

Primera Repetición		$= 8.482 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.482 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Segunda Repetición		$= 8.472 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.472 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Tercera Repetición		$= 8.479 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.479 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Promedio Final	→	$= 8.477 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 8.477 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

➤ 60 Hertz

Primera Repetición

20 ml	➔	1.90 seg	➔	$\frac{20 \text{ mL}}{1.90 \text{ seg}} = 10.526 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	➔	3.40 seg	➔	$\frac{40 \text{ mL}}{3.40 \text{ seg}} = 11.764 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	➔	5.13 seg	➔	$\frac{60 \text{ mL}}{5.13 \text{ seg}} = 11.695 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	➔	6.86 seg	➔	$\frac{80 \text{ mL}}{6.86 \text{ seg}} = 11.661 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	➔	8.39 seg	➔	$\frac{100 \text{ mL}}{8.39 \text{ seg}} = 11.918 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	➔			$= 11.512 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 11.512 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Segunda Repetición

20 ml	➔	1.93 seg	➔	$\frac{20 \text{ mL}}{1.93 \text{ seg}} = 10.362 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	➔	3.44 seg	➔	$\frac{40 \text{ mL}}{3.44 \text{ seg}} = 11.627 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	➔	5.10 seg	➔	$\frac{60 \text{ mL}}{5.10 \text{ seg}} = 11.764 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	➔	6.84 seg	➔	$\frac{80 \text{ mL}}{6.84 \text{ seg}} = 11.695 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	➔	8.37 seg	➔	$\frac{100 \text{ mL}}{8.37 \text{ seg}} = 11.947 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	➔			$= 11.479 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 11.479 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Tercera Repetición

20 ml	→	1.86 seg	→	$\frac{20 \text{ mL}}{1.86 \text{ seg}} = 10.752 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
40ml	→	3.42 seg	→	$\frac{40 \text{ mL}}{3.42 \text{ seg}} = 11.695 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
60 ml	→	5.14 seg	→	$\frac{60 \text{ mL}}{5.14 \text{ seg}} = 11.673 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
80 ml	→	6.84 seg	→	$\frac{80 \text{ mL}}{6.84 \text{ seg}} = 11.695 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
100 ml	→	8.40 seg	→	$\frac{100 \text{ mL}}{8.40 \text{ seg}} = 11.904 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$
Promedio	→			$= 11.543 \frac{\text{mL}}{\text{seg}}$ $= 11.543 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

Promedio de las repeticiones:

Primera Repetición		$= 11.512 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 11.512 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Segunda Repetición		$= 11.479 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 11.479 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Tercera Repetición		$= 11.543 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 11.543 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$
Promedio Final	→	$= 11.511 \frac{\text{mL}}{\text{seg}} = 11.511 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{seg}}$

3.4 EFICIENCIA DE LAS MICROBURBUJAS DE AIRE

3.4.1 TEMPERATURA

Ecuación para determinar el porcentaje de reducción:

$$E = \left(1 - \frac{T^{\circ}\text{C} (\text{tratamiento})}{T^{\circ}\text{C} (\text{sin tratamiento})}\right) \times 100$$

➤ Para los 20 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{20.1}{20.1}\right) \times 100$$

$$R\% = 0\%$$

➤ Para los 40 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{20.1}{20.1}\right) \times 100$$

$$R\% = 0\%$$

➤ Para los 60 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{20}{20.1}\right) \times 100$$

$$R\% = 0.497\%$$

Tabla 14: Porcentaje de reducción de la temperatura con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE			
TIEMPO	ANÁLISIS INICIAL	EN TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN
20 MINUTOS	20.1 °C	20.1 °C	0%
40 MINUTOS	20.1 °C	20.1 °C	0%
60 MINUTOS	20.1 °C	20 °C	0.497%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.2 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Ecuación para determinar el porcentaje de reducción:

$$E = \left(1 - \frac{SDT \text{ ppm (tratamiento)}}{SDT \text{ ppm (sin tratamiento)}}\right) \times 100$$

➤ Para los 20 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{220}{412}\right) \times 100$$

$$R\% = 46.601\%$$

➤ Para los 40 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{106}{412}\right) \times 100$$

$$R\% = 74.271\%$$

➤ Para los 60 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{84}{412}\right) \times 100$$

$$R\% = 79.611\%$$

Tabla 15: Porcentaje de reducción de los sólidos disueltos totales con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE			
TIEMPO	ANÁLISIS INICIAL	EN TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN
20 MINUTOS	412 ppm	220 ppm	46.601%
40 MINUTOS	412 ppm	106 ppm	74.271%
60 MINUTOS	412 ppm	84 ppm	79.611%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.3 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Ecuación para determinar el porcentaje de reducción:

$$E = \left(1 - \frac{CE \mu S/cm (tratamiento)}{CE \mu S/cm (sin tratamiento)}\right) \times 100$$

➤ Para los 20 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{432}{728}\right) \times 100$$

$$R\% = 40.659\%$$

➤ Para los 40 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{290}{728}\right) \times 100$$

$$R\% = 60.164\%$$

➤ Para los 60 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{165}{728}\right) \times 100$$

$$R\% = 77.335\%$$

Tabla 16: Porcentaje de reducción de la conductividad eléctrica con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE			
TIEMPO	ANÁLISIS INICIAL	EN TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN
20 MINUTOS	728 μ S/cm	432 μ S/cm	40.659%
40 MINUTOS	728 μ S/cm	290 μ S/cm	60.164%
60 MINUTOS	728 μ S/cm	165 μ S/cm	77.335%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.4 POTENCIAL HIDRÓGENO (PH)

Ecuación para determinar el porcentaje de reducción:

$$E = \left(1 - \frac{PH \text{ (tratamiento)}}{PH \text{ (sin tratamiento)}}\right) \times 100$$

➤ Para los 20 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{8.3}{9.24}\right) \times 100$$

$$R\% = 10.173\%$$

➤ Para los 40 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{8.22}{9.24}\right) \times 100$$

$$R\% = 11.038\%$$

➤ Para los 60 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{8.11}{9.24}\right) \times 100$$

$$R\% = 12.229\%$$

Tabla 17: Porcentaje de reducción del potencial hidrógeno con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE			
TIEMPO	ANÁLISIS INICIAL	EN TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN
20 MINUTOS	9.24	8.3	10.173%
40 MINUTOS	9.24	8.22	11.038%
60 MINUTOS	9.24	8.11	12.229%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.5 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)

Ecuación para determinar el porcentaje de reducción:

$$E = \left(1 - \frac{DBO \frac{mg}{L} (tratamiento)}{DBO \frac{mg}{L} (sin tratamiento)} \right) \times 100$$

➤ Para los 20 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{34}{132} \right) \times 100$$

$$R\% = 74.242\%$$

➤ Para los 40 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{25}{132} \right) \times 100$$

$$R\% = 80.060\%$$

➤ Para los 60 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{12}{132} \right) \times 100$$

$$R\% = 90.909\%$$

Tabla 18: Porcentaje de reducción de la demanda biológica de oxígeno con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE			
TIEMPO	ANÁLISIS INICIAL	EN TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN
20 MINUTOS	132	34	74.242%
40 MINUTOS	132	25	80.060%
60 MINUTOS	132	12	90.909%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Ecuación para determinar el porcentaje de reducción:

$$E = \left(1 - \frac{DQO \frac{mg}{L} (tratamiento)}{DQO \frac{mg}{L} (sin tratamiento)} \right) \times 100$$

➤ Para los 20 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{77}{382} \right) \times 100$$

$$R\% = 79.842\%$$

➤ Para los 40 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{40}{382} \right) \times 100$$

$$R\% = 89.528\%$$

➤ Para los 60 minutos:

$$R\% = \left(1 - \frac{23}{382} \right) \times 100$$

$$R\% = 93.979\%$$

Tabla 19: Porcentaje de reducción de la demanda química de oxígeno con la aplicación del tratamiento de microburbujas de aire.

PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO CON LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE MICROBURBUJAS DE AIRE			
TIEMPO	ANÁLISIS INICIAL	EN TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN
20 MINUTOS	382	77	79.842%
40 MINUTOS	382	40	89.528%
60 MINUTOS	382	23	93.979%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Según el investigador Macassi, G. (2017) en su investigación basada en el comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción, con la aplicación del tratamiento la cual duró alrededor de dos meses, logró la reducción de la demanda química de oxígeno (DQO) en un 94.24%, obteniendo como dato inicial 1380 mg/L y como dato final 79.5 mg/L, por lo que se evidencia la efectividad del tratamiento planteado; en la presente investigación redujo el DQO en un 93.97% logrando un porcentaje de reducción mayor, reduciendo de una concentración de 382 mg/L a 23 mg/L.
- Según el investigador Salguero, J. (2017), en su investigación basada en la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del Río Chillón mediante micro nanoburbujas de aire y ozono, distrito de Ventanilla – Callao 2017, tratamiento realizado en tres tiempos diferentes, logró reducir un 66.86 % en la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno, teniendo como concentración inicial 173 mg/L, la cual posterior al tratamiento redujo en un 57.33 mg/L, por lo que se evidencia la efectividad del tratamiento planteado; en la presente investigación redujo el DBO en un 90.90% logrando un porcentaje de reducción mayor, reduciendo de una concentración de 132 mg/L a 12 mg/L.
- Según el investigador Cipiran, A. (2012), en su tesis investigación basada en la disminución de la concentración de sólidos disueltos totales y grasas contenidas en el agua de bombeo en la empresa pesquera Austral Group S.A.A., tratamiento el cual fue efectivo reduciendo los solidos totales disueltos de 668.7 ppm a 320 ppm, dando como porcentaje de reducción 52.14%, por lo que se evidencia la efectividad del tratamiento planteado; en la presente investigación redujo los STD en un 79.611% logrando un porcentaje de reducción mayor.
- Según el investigador Alvarez, J. (2012), en su tesis investigación basada en el tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso de semilla Moringa (*Moringa Oleífera*) como coagulante orgánico en la cuenca baja del río Chillón - Carabayllo 2017, tratamiento el cual fue efectivo reduciendo la conductividad eléctrica en un 14,43% con una reducción que va de 1261 μ S/cm a 1079 μ S/cm, por lo que se

evidencia la efectividad del tratamiento planteado; en la presente investigación la conductividad eléctrica redujo un 77.33% logrando un porcentaje de reducción mayor.

- Según el investigador Garay, I. (2017), en su tesis investigación basada en la eficacia de las macrófitas jacinto y lenteja de agua para disminuir la concentración del boro, en las aguas minerotermales de la laguna la milagrosa- Chilca, 2017, tratamiento el cual fue efectivo reduciendo el potencial de hidrógeno en un 1.95% con una reducción que va de 8.71 a 8.54, por lo que se evidencia la efectividad del tratamiento planteado; en la presente investigación el potencial de hidrógeno redujo un 12.22% logrando un porcentaje de reducción mayor.

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

- Las características de las microburbujas influyen en el tratamiento del agua residual industrial porque han sido generadas por saturación de aire en agua a presiones altas. Se determinó que a menor diámetro de la burbuja, se produjo una mayor cantidad de estas con una presión interna mayor.
- El tiempo óptimo de contacto para las tres repeticiones fue de 60 minutos ya que se logró reducir los parámetros analizados. En el caso de los sólidos totales disueltos (STD) se logró reducir de una concentración de 412 ppm a 84 ppm en 60 minutos; en el caso de conductividad eléctrica (CE) se logró reducir de una concentración de 728 a 165 en 60 minutos; en el caso del potencial de hidrógeno (pH) se logró reducir de una concentración de 9.24 a 8.11 ppm en 60 minutos; en el caso de la demanda biológica de oxígeno (DBO) se logró reducir de una concentración de 132 mg/L a 12 mg/L en 60 minutos y la demanda química de oxígeno (DQO) se logró reducir de una concentración de 382 mg/L a 23 mg/L en 60 minutos.
- El proceso para la obtención de microburbujas de aire en el tratamiento del agua residual influyó la optimización del tratamiento, debido a que se evidenció que con una potencia de 60 Hz, la cual fue la máxima aplicada, logró que el flujo promedio fuera de $= 11.511 \frac{mL}{seg} = 11.511 \times 10^{-3} \frac{L}{seg}$, todo esto con una presión 80 PSI de aire inyectado.
- Las microburbujas de aire fueron eficientes en el tratamiento del agua residual industrial, ya que se logró la reducción de los parámetros elevados, logrando en los sólidos totales disueltos (STD) un porcentaje de reducción total de 79.61%; en la conductividad eléctrica (CE) un porcentaje de reducción de 77.33%; en el potencial de hidrógeno (pH) un porcentaje de 12.22%; en la demanda biológica de oxígeno (DBO) un porcentaje de 90.90% y en la demanda química de oxígeno (DQO) un porcentaje de 93.97%.

CAPÍTULO V
RECOMENDACIONES

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar más parámetros contaminados como Oxígeno Disuelto (OD), Sulfuros, Sulfatos, Nitrógeno, Fósforo, Aceites, Hidrocarburos, Plomo, entre otros, esto para que se pueda determinar si el tratamiento de microburbujas es efectivo al interactuar con otros contaminantes.
- Se recomienda hacer uso de distintos gases como el ozono, CO₂, entre otros para evaluar su comportamiento con los generadores de microburbujas y que parámetros puede reducir.
- Se recomienda hacer más de tres repeticiones de la aplicación del tratamiento ya que así se obtendrán mejores resultados y serán más confiables.
- Se recomienda aplicar otro tratamiento junto con la aplicación de microburbujas de aire ya que este tiene resultados significativos sin embargo se debe contar con mejores reducciones para que el agua sea tratada con el fin de poder utilizarla para distintos objetivos, y sean de riego o para el uso de calderas dentro de la misma refinería, la cual le reduciría costos en gastos de agua y se aprovecharía el agua usada, lo cual haría que esta industria sea más amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO VI
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua – ANA [en línea]. Lima: Autoridad Nacional del agua, 2016. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2018].
Disponibile en <http://www.ana.gob.pe/media/353227/4-protección%20del%20agua%20vigilancia%20y%20control%20de%20vertimientos%20paver.%20%20lic.%20juan%20ocola.pdf>
- BENDEZU VALENZUELA, L. *Reducción de la dureza de aguas subterráneas mediante micro-nano burbujas de aire-ozono en la urbanización Villa el Pinar – Comas*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017
- BELTRÁN, Cinda y JACINTO, Napoleón. Aplicación de microburbujas en la flotación de lodos de tratamiento de aguas ácidas de mina. Parte II: Flotación. Revista Metalúrgica – Universidad Técnica de Oruro, (32): 20-27, 2012. ISSN: 2078-5593
Disponibile en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2078-55932012000200003&script=sci_arttext
- CIPIRAN OLIVARES, A. J. *Disminución de la concentración de sólidos totales suspendidos y grasas contenidas en el agua de bombeo en la empresa pesquera Austral Group S.A.A. mediante flotación con nanoburbujas*. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Trujillo - Perú, 2012.
- Diccionario de la Real Academia Española (en línea), Madrid, 2014. [Fecha de consulta: 25 de junio 2018]
Disponibile en <http://dle.rae.es/?id=1BKpQj3>
- DIGESA (en línea), Perú, 2014. [Fecha de consulta: 21 de mayo 2018].
Disponibile en http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/
- ENCINAS, Maria. *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos*. (1.^a ed.). España: Creative Commons, 2011. ISBN: 978-84-615-1145-7
- FOG, L. *El misterio de las nanoburbujas*. [en línea]. [fecha de consulta: 13 de abril de 2018].
Disponibile en <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/vivir/el-misterio-de-nanoburbujas-articulo-432076>

- GARCÍA TRINIDAD, C. S. *Recuperación del suelo contaminado con petróleo utilizando Micro-nanoburbujas de aire-ozono a nivel de laboratorio*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017.
- HUALLANCA LEZAMETA, Y. I. *Reducción de concentración de Cadmio en aguas de lavado con RAEE mediante Micronanoburbujas (aire y ozono) del Taller ASCOPE – Cercado de Lima*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017.
- IDEAM. *Conductividad electrica en aguas por el metodo electrometrico*. [en línea]. [fecha de consulta: 15 de abril de 2018].
 Disponible en
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>
- LLINÁS, Rodolfo. *Estamos cerca de partir en dos la historia de la vida*. Revista Universidad Tecnológica de Pereira [en línea]. Noviembre 2012, n°2 [fecha de consulta: 14 de abril de 2018].
 Disponible en <http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-revistas-con-normas-apa/>
- MACASSI ALLASI, G. C. *Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de concepción*. Tesis pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2017.
- MENÉNDEZ ORTIZ, D. V. *Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima 2017*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017.
- MORIKAWA, M. *Congreso de la república primera legislatura ordinaria de 2012 comisión de ciencia, innovación y tecnología*. [en línea]. [fecha de consulta: 09 de junio de mayo].
 Disponible en
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/pubsfoto/687371650F37F24E05257B0B0074D1AA/\\$FILE/SESIONORDINARIA10.PDF](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/pubsfoto/687371650F37F24E05257B0B0074D1AA/$FILE/SESIONORDINARIA10.PDF)
 ler, A. (2011). *Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales*.

- National Aeronautics and Space Administration – NASA. *Los diversos procesos dinámicos de la Tierra y sus interacciones*. [en línea]. [fecha de consulta: 01 de junio de 2018].
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. *Fiscalización ambiental en aguas residuales* [en línea]. [fecha de consulta: 04 de abril de 2018]. Disponible en https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Revista Agua Stop [en línea]. Lima: Corporación Rovic, 2017. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en <http://aguastop.es/aguas-industriales>
- Revista boletin agrario [en línea]. Lima: Biblioteca Agrícola, 2013. [fecha de consulta: 02 de junio de 2018].
- SALGUERO SÁNCHEZ, J. *Reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del Río Chillón mediante micro nanoburbujas de aire y ozono, distrito de Ventanilla – Callao 2017*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima 2017.
- TSUGE, Hideki. *Micro-and nanobubbles fundamentals and applications*. 1° ed. EE.UU: Pan Stanford Publishing, 2012. 352 pp. ISBN 978-981-4463-10-2
- VALENZUELA FERRER, L. *Reducción de plomo y silicio en aguas de lavado de gases de una empresa de servicios usando micro nanoburbujas de aire-ozono, Lima 2017*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017.
- VALVERDE, W. *Avances de las Micro-Nano Burbujas (MNBs) en el tratamiento de aguas: ponencia en el Primer Congreso Regional de Estudiantes de Ingeniería Ambiental*. Lima: UNMSM.
- VICENTE TORIBIO, C. T. *Remoción de plomo y zinc de los efluentes mineros provenientes de la Unidad Mallay aplicando micro-nanoburbujas de aire, 2017*. Tesis pregrado, Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017. Disponible en <https://boletinagrario.com/ap-6,solidos+totales,4177.html>

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ANEXO N°1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MICROBURBUJAS DE AIRE	Las microburbujas son cavidades de carácter micrónico, las cuales contienen gas en solución acuosa. Cada una se encuentra conformada por un diámetro entre 1 a 100 µm. (Valverde, 2017).	Es la capacidad que poseen las microburbujas debido a sus características que presentan, eliminan, reducen y remueven concentraciones de distintos contaminantes. Estas pueden ser aplicadas al agua contaminada a una presión elevada que hará que se cargue eléctricamente la periferia de la burbuja, lo cual hará que la burbuja colapse en un medio acuático y libere una cantidad de radicales libres.	Características de las microburbujas	Tamaño de las microburbujas	µm
				Velocidad de ascenso	µm/s
				Presión interna	Atm
			Tiempo de contacto	20 (veinte)	minutos
				40 (cuarenta)	minutos
				60 (sesenta)	minutos
			Proceso	Presión	PSI
				Flujo	ml/seg
				Potencia	Hz
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA	El tratamiento de aguas residuales de origen industrial incluye el mecanismo y proceso usado para tratar aguas residuales que han sido contaminadas por algún medio por actividades de origen antropogénico industrial o comercial y luego son liberadas al medio ambiente o re-utilizados. (Agua Stop, 2015).	El tratamiento de agua residual industrial debe incluir secuencias de tratamiento para la mejora de su aspecto y calidad, estos dependen de parámetros que se pueden ver alterados por distintos procesos, por lo que esta agua debe ser tratada para que genere un impacto negativo en el cuerpo receptor.	Parámetros Físicos	Temperatura	°C
				Sólidos Totales Disueltos	Ppm
			Parámetros Químicos	Conductividad Eléctrica	µS/cm
				pH	Unidad de pH
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L
				Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L
PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL		
¿Cómo serán las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?		Evaluar las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.	Las microburbujas de aire influyen positivamente para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.		
PROBLEMA ESPECÍFICO		OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA		
¿En qué medida las características de las microburbujas de aire influyen en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?		Determinar las características de las microburbujas de aire influye en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.	Las características de las microburbujas de aire influyen en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.		
¿Cuál será el tiempo de contacto óptimo de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?		Determinar el tiempo de contacto óptimo de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla.	Existe un tiempo de contacto óptimo de las microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.		
¿En qué medida el proceso para la obtención de microburbujas de aire influye en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018?		Determinar el proceso para la obtención de microburbujas de aire en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.	El proceso para la obtención de microburbujas de aire influye positivamente en el tratamiento del agua residual industrial de La Refinería La Pampilla 2018.		

Fuete: Elaboración Propia.

ANEXO N°2 - MATRIZ DE VARIABLE INDEPENDIENTE

Responsable:		
Ubicación:		
Fecha:		
Hora:		
MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS MICRO NANO BURBUJAS		
PARÁMETROS	VALOR	OBSERVACIONES
PRESIÓN INTERNA		
DIAMETRO		
VELOCIDAD DE ASCENSO		
CANTIDAD DE BURBUJAS POR VOLUMEN		

ANEXO N°3 - FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

N°	ORIGEN DE LA FUENTE	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	DEPARTAMENTO / PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	FECHA	HORA	T °C	PH	CE	SOLIDOS DISUELTOS	COORDENADAS UTM	OBSERVACIONES

ANEXO N°4 - FICHA DE REGISTRO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Responsable:						
Ubicación:						
Fecha:						
Hora:						
N°	PARÁMETROS	UNIDAD	MUESTREO PREVIO AL TRATAMIENTO	MUESTREO APLICANDO EL TRATAMIENTO EN TRES TIEMPOS DE CONTACTO		
				20 minutos	40 minutos	60 minutos
1	TEMPERATURA	°C				
2	SOLIDOS DISUELTOS	ppm				
3	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	μS/cm				
4	PH	Unidad de pH				
6	DBO	mg/L				
7	DQO	mg/L				

ANEXO N°6 - VALIDACIÓN DEL PRIMER INSTRUMENTO

MATRIZ DE VARIABLE INDEPENDIENTE

Responsable:		
Ubicación:		
Fecha:		
Hora:		
MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS MICRO NANOBURBUJAS		
PARÁMETROS	UNIDADES	OBSERVACIONES
PRESIÓN INTERNA		
TAMAÑO		
VELOCIDAD DE ASCENSO		
TIEMPO ESTIMADO		
CANTIDAD DE BURBUJAS POR VOLUMEN		


CIP 84472


W. Quijano P.
CIP 90140


CIP 40000

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: OSORIO BAÑOZ, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
 1.4. Autor(A) de Instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima ___ de Junio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI: 8049200
 Teléfono: 5201685

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: ORDÓÑEZ BOLAÑOS, Julio Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: DR. ENFC
 1.3. Especialidad del validador:.....
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O REATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85
IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:



Firma del experto informante

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JUNGA DIAZ, Abel Filomeno
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.4. Autor(A) de instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

S)

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima ___ de Junio del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: 69912879
 Teléfono: 945662815



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. /Mg: JNGA DIAZ, Abel Filomeno
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
- 1.3. Especialidad del validador:.....
- 1.4. Nombre del instrumento:.....
- 1.5. Título de la Investigación:.....
- 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 90

IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
DNI:


Firma del experto informante
CIP 40000



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quijano Pacheco Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85	%
----	---

Lima ____ de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI:
Teléfono:



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: Quijano Pacheco Wilber S
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Especialidad del validador: Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la Investigación: _____
 1.6. Autor del instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85

IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- (✓) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

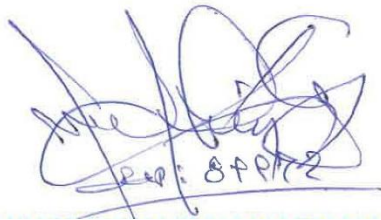
Lugar y Fecha:
 DNI:


 Firma del experto informante

ANEXO N°7 - VALIDACIÓN DEL SEGUNDO INSTRUMENTO

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Responsable:													
Ubicación:													
Fecha:													
Hora:													
N°	ORIGEN DE LA FUENTE	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	FECHA	HORA	T °C	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	COORDENADA S UTM	OBSERVACIONES


 Rep: 87972


 Wilber Quijano P.
 20140


 CIP 40000

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ CAVER, Julio Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCTOR
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

S

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima 9 de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: 08447220
 Teléfono: 3701640

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: RODOLFO RIVERA RIVERA Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: ASISTENTE
 1.3. Especialidad del validador:.....
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85
IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:

Firma del experto informante



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: INCA DIAZ, ABEL FLORENO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima ____ de Junio del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI: 19912839
 Teléfono: 945662855

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. Mg: JUGA DIAZ, ABEL FILOMENO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Especialidad del validador:.....
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O REATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	/		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 90

IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
DNI:


 Firma del experto informante
 C/P 40000

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Quijano Pacheco Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima ____ de Junio del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI:
 Teléfono:

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: Quijano Pacheco Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Especialidad del validador: Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento: _____
 1.5. Título de la Investigación: _____
 1.6. Autor del instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85
IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:


 Firma del experto informante

ANEXO N°8 - VALIDACIÓN DEL TERCER INSTRUMENTO

FICHA DE REGISTRO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Responsable:						
Ubicación:						
Fecha:						
Hora:						
N°	PARÁMETROS	UNIDAD	MUESTREO PREVIO AL TRATAMIENTO	MUESTREO APLICANDO EL TRATAMIENTO EN TRES TIEMPOS DE CONTACTO		
				10 minutos	20 minutos	30 minutos
1	TEMPERATURA	°C				
2	SOLIDOS TOTALES	mg/L				
3	SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L				
4	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µs/cm				
5	TURBIDEZ	NTU				
6	PH	Unidad de pH				
7	OXIGENO DISUELTO	mg/L				
8	DBO	mg/L				
9	DQO	mg/L				

[Handwritten signature]
D.O. SAPP 12

[Handwritten signature]
Wilson Quijano P.
CIP 20140

[Handwritten signature]
CIP 40000

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

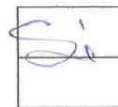
1.1. Apellidos y Nombres: A. RODRIGUEZ SALAZAR, JUAN JULIO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima 9 de Junio del 2018


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: 8544938
Teléfono: 5201648

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: ARDOÑEZ BALAZ, Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: PSICÓLOGO
 1.3. Especialidad del validador:.....
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN
85
IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:


 Firma del experto informante

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: INGA DIAZ, ADEL FILOMENO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima ____ de Junio del 2018



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI: 19912839
 Teléfono: 94566285J



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr./Mg: INGA DIAZ ABEL FILMENO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Especialidad del validador:.....
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 90

IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- (✓) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:

Firma del experto informante

CIP 40000



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: Quirino Pedroso Wilson S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 1.3. Especialidad del validador: RECURSOS NATURALES
 1.4. Nombre del instrumento: PRUEBA TECNICA
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO


INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85%

IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- (✓) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI: 06082600


 Firma del experto informante
CIP 90140

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Quijano Paredes Wilner Samuel
 1.2. Cargo e institución donde labora: D.P.CENTE U.C.V.
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA TÉCNICA
 1.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

 Lima 07 de Junio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI: 06082600
 Teléfono: 966648428

ANEXO N°9 - VALIDACIÓN DEL CUARTO INSTRUMENTO

CADENA DE CUSTODIA

Solicitante:							Programa/Proyecto:														
Dirección:			Distrito:		Provincia:																
Contacto:							Teléfono:														
E-mail:							DNI:					Fecha:									
Responsable del muestreo:							Firma:					Hora:									
Código de laboratorio	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Matriz	Origen de la fuente	Puntos de muestreo	Volumen total (ml)	Parámetros Físicos					Parámetros Químicos					Parámetros Biológicos		Observaciones	
								Temperatura	Sólidos Totales	Sólidos Suspendidos	Conductividad Eléctrica	Turbidez	pH	Oxígeno disuelto	DBO	BOD	Sulfatos	Coliformes Totales	Escherichia Coli		

Nombre	Institución	Firma	Fecha	Hora	Datos	Comentarios:	
Entregado por:					Muestras recibidas intactas:	Sí	No
Recibido por:					Tipo de recipiente adecuado:	Sí	No
Entregado por:					Muestras dentro del periodo de análisis:	Sí	No
Recibido por:					Conservación de las muestras:	Frío	Ambiente

[Firma manuscrita]
 No: 84032

[Firma manuscrita]
 Wilber Quijano P.
 CIP 30140

[Firma manuscrita]
 CIP 40000

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORRONTZ BALVER, JUAN JUBO
 1.2. Cargo e institución donde labora: ASISTENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima 08 de Junio del 2018


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: 00000000
Teléfono: 5281048

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: RODRIGUEZ SILVA, JUAN J. D.
 1.2. Cargo e institución donde labora: MAESTRO
 1.3. Especialidad del validador:.....
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O REATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85
IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:



Firma del experto informante



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: INGA DIAZ, Abel FILOMENO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....
 1.4. Autor(A) de Instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima 09 de Junio del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: 89912833
 Teléfono: 945662853

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Quijano Padeco Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recursos Naturales
 1.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima ____ de Junio del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI:
 Teléfono:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Quijano Padeco Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recursos Naturales
 1.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima ____ de Junio del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI:
 Teléfono:



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg: Georgiano Pacheco Wilber S.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Especialidad del validador: Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento:.....
 1.5. Título de la Investigación:.....
 1.6. Autor del instrumento:.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	✓		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85

IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- (✓) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:
 DNI:


 Firma del experto informante

ANEXO N°10 – DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
1	4.871	2.200	1.200
2	3.600	1.800	2.126
3	5.727	2.912	2.600
4	6.400	2.000	2.280
5	6.705	2.400	3.000
6	6.450	2.973	1.200
7	6.621	2.123	1.709
8	6.053	2.600	1.442
9	5.215	2.417	2.474
10	7.694	3.688	1.200
11	6.997	3.206	1.020
12	5.215	2.600	6.017
13	6.450	5.385	4.000
14	5.337	6.800	1.200
15	4.472	3.225	1.217
16	5.261	2.474	2.088
17	5.441	2.631	1.020
18	5.060	2.800	4.050
19	7.600	2.474	7.870
20	6.053	3.000	4.200
21	4.866	6.003	3.353
22	5.122	2.408	2.200
23	5.614	1.540	1.210
24	4.418	2.432	2.433
25	6.119	3.007	3.800
26	6.412	1.897	2.600
27	4.000	3.053	1.077
28	4.400	3.105	2.600
29	4.418	2.433	3.200
30	8.089	1.020	1.709
31	5.261	3.256	3.130
32	3.418	2.550	1.020
33	5.122	2.506	2.000
34	4.866	2.608	2.280
35	5.200	3.280	3.800
36	5.614	2.506	1.400
37	6.812	2.433	1.600
38	4.252	2.506	1.414
39	3.688	2.088	1.200
40	5.215	2.786	1.281
41	7.600	1.265	1.668
42	6.412	2.433	1.400
43	6.013	2.631	1.697
44	5.614	3.298	1.200
45	5.200	2.778	1.166
46	6.450	2.280	2.000
47	2.000	1.400	1.414
48	6.000	2.430	1.600
49	6.400	1.600	1.166
50	5.727	1.217	1.281
51	5.367	1.649	1.600
52	7.200	2.700	2.280
53	5.614	2.105	3.758
54	4.800	2.090	1.887
55	5.200	2.800	1.020
56	5.367	1.970	4.079
57	2.912	3.847	3.406
58	5.946	2.600	1.200
59	3.298	1.612	4.405
60	6.210	1.400	1.280
61	9.338	4.005	1.410
62	4.817	1.523	1.810
63	6.210	2.068	1.800

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
64	6.013	2.530	3.940
65	4.833	2.600	2.126
66	6.000	2.000	1.166
67	3.200	1.546	3.200
68	7.088	2.530	1.200
69	4.472	1.844	1.200
70	7.611	2.800	1.000
71	8.000	4.804	4.328
72	3.298	1.811	1.000
73	5.441	4.005	1.020
74	5.200	1.562	1.066
75	4.948	2.068	1.414
76	4.400	3.206	1.400
77	6.013	2.010	2.200
78	7.642	1.600	2.600
79	3.688	1.342	3.007
80	6.000	1.612	1.000
81	3.688	1.414	2.400
82	6.000	3.298	4.534
83	6.412	3.600	1.562
84	4.418	3.400	1.200
85	6.800	1.709	1.200
86	5.614	1.600	1.217
87	4.800	3.847	2.864
88	6.119	2.209	3.805
89	4.561	1.523	1.709
90	5.215	1.200	1.342
91	4.817	3.493	3.453
92	4.800	4.405	1.400
93	5.367	1.800	1.000
94	5.906	1.811	1.600
95	6.800	3.800	1.200
96	5.614	4.200	1.720
97	7.210	2.470	2.330
98	6.053	2.400	2.608
99	6.013	3.050	2.864
100	6.882	2.427	1.800
101	4.020	2.828	3.000
102	5.200	4.800	1.600
103	7.600	3.200	2.236
104	3.622	4.205	2.280
105	7.600	2.209	2.209
106	6.800	1.523	2.200
107	4.020	1.700	1.200
108	5.200	2.800	4.005
109	5.657	3.406	2.807
110	6.450	2.600	2.200
111	5.824	3.680	1.000
112	4.866	3.329	3.200
113	5.012	2.608	3.040
114		1.800	1.897
115		2.400	1.000
116		2.433	2.000
117		2.200	2.843
118		1.800	3.880
119		4.600	1.200
120		3.600	1.600
121		2.800	2.433
122		3.049	1.200
123		2.280	3.622
124		1.800	3.441
125		3.130	3.774
126		1.077	3.280

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
127		1.600	3.606
128		2.209	4.005
129		3.231	1.453
130		1.649	1.342
131		2.600	1.410
132		3.821	2.828
133		3.000	4.050
134		3.206	2.408
135		2.200	1.709
136		3.200	1.281
137		2.226	2.340
138		2.400	2.400
139		1.600	1.230
140		2.010	3.736
141		1.200	4.569
142		1.217	2.720
143		2.720	1.600
144		2.126	2.828
145		4.418	3.406
146		4.243	1.166
147		2.000	2.010
148		4.948	1.200
149		3.805	2.000
150		1.200	1.020
151		2.209	2.340
152		3.000	3.200
153		3.040	2.600
154		2.807	1.000
155		3.600	2.786
156		1.811	2.600
157		3.493	1.265
158		3.000	1.400
159		3.206	2.059
160		2.000	1.560
161		2.236	1.020
162		2.800	2.608
163		2.691	1.649
164		2.000	3.423
165		3.820	2.786
166		2.209	3.800
167		2.000	2.040
168		2.800	1.800
169		2.441	1.000
170		2.007	1.620
171		1.600	1.020
172		2.010	1.442
173		2.020	1.887
174		1.176	3.353
175		3.400	3.650
176		1.400	3.450
177		1.600	1.260
178		3.800	2.000
179		1.000	3.420
180		3.800	1.400
181		1.612	5.000
182		1.400	2.807
183		3.400	4.000
184		4.238	2.200
185		4.200	2.800
186		4.405	1.400
187		2.040	4.840
188		1.400	1.340
189		2.200	2.000

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
190		1.600	1.340
191		1.811	1.442
192		1.200	4.200
193		4.000	4.405
194		7.929	2.040
195		1.970	1.400
196		2.683	1.600
197			1.811
198			1.200
199			4.000
200			4.000
201			3.353
202			3.650
203			3.450
204			1.260
205			2.000
206			3.420
207			2.040
208			2.000
209			1.600
210			1.649
211			2.040
212			2.000
213			2.040
214			1.800
215			1.000
216			1.600
217			1.020
218			1.442
219			2.000
220			3.353
221			3.040
222			1.897
223			1.000
224			2.000
225			2.843
226			3.880
227			1.200
228			1.600
229			2.433
230			1.200
231			3.622
232			1.077
233			1.600
234			2.209
235			3.231
236			1.649
237			2.600
238			2.010
239			1.600
240			1.342
241			1.612
242			1.414
243			3.298
244			2.000
245			2.120
246			1.709
247			2.608
248			1.800
249			2.400
250			2.433
251			2.200
252			1.800

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA PRIMERA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
253			1.200
254			1.282
255			2.800
256			3.200
257			2.280
258			1.800
259			1.818
260			1.077
261			1.200
262			1.800
263			2.530
264			1.523
265			2.930
266			3.000
267			3.200
268			2.973
269			2.828
270			2.807
271			3.499
272			3.200
273			2.181
274			2.000
275			1.720
276			2.330
277			2.608
278			2.864
279			1.800

	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
Nº BURBUJAS	113	196	279
PROMEDIO	5.563	2.623	2.243
DIAMETRO MIN	2	1	1
DIAMETRO MAX	9.338	7.929	7.87
MODA	5.614	1.6	1.2
PROMEDIO GENERAL	3.476		

ANEXO N°11 – DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
1	2.700	1.800	2.280
2	2.105	1.811	3.758
3	2.090	3.800	1.887
4	2.800	4.200	1.020
5	1.970	2.470	4.079
6	3.847	2.400	3.406
7	2.700	3.050	1.200
8	2.105	2.427	4.405
9	2.090	2.828	1.280
10	2.800	4.800	1.410
11	1.970	3.200	1.810
12	3.847	4.205	1.800
13	2.600	2.209	3.940
14	1.612	1.523	2.600
15	1.400	1.700	2.280
16	4.005	2.800	3.000
17	1.523	3.406	1.200
18	2.068	2.600	1.709
19	2.530	3.680	1.442
20	2.600	3.329	2.474
21	2.000	2.608	3.298
22	1.546	1.800	2.000
23	2.530	2.400	2.120
24	1.844	2.433	1.709
25	2.800	2.200	2.608
26	4.804	1.800	1.800
27	1.811	4.600	2.400
28	4.005	3.600	2.433
29	1.562	2.800	2.200
30	2.068	3.049	1.800
31	3.206	2.280	1.200
32	2.010	1.800	1.282
33	1.600	3.130	2.800
34	1.342	1.077	3.200
35	1.612	1.600	2.280
36	1.414	2.209	1.800
37	3.298	3.231	1.818
38	3.600	1.649	1.077
39	3.400	2.600	1.200
40	1.709	3.821	1.800
41	1.600	3.000	2.530
42	3.847	3.206	1.523
43	2.209	2.200	2.930
44	1.523	3.200	3.000
45	1.200	2.226	3.200
46	3.493	2.400	2.973
47	4.405	1.600	2.828
48	1.800	2.010	2.807
49	1.811	1.200	3.499
50	3.800	1.217	3.200
51	4.200	2.720	2.181
52	2.470	2.126	2.000
53	2.400	4.418	1.720
54	3.050	4.243	2.330
55	2.427	2.000	1.200
56	5.727	4.948	1.217
57	6.400	3.805	2.088
58	6.705	1.200	1.020
59	6.450	2.209	4.050
60	6.621	3.000	7.870
61	6.053	3.040	4.200
62	5.215	2.807	3.353
63	7.694	3.600	2.200

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
64	6.997	1.811	1.210
65	5.215	3.493	2.433
66	6.450	3.000	3.800
67	5.337	3.206	2.600
68	4.472	2.000	2.181
69	5.261	2.236	2.000
70	5.441	2.800	1.720
71	5.060	2.691	2.330
72	7.600	2.000	1.200
73	6.053	3.820	1.217
74	4.866	2.209	2.088
75	5.122	2.000	1.020
76	5.614	2.800	1.066
77	4.418	2.441	1.414
78	6.119	2.007	1.400
79	6.412	1.600	2.200
80	4.000	2.010	2.600
81	4.400	2.020	3.007
82	4.418	1.176	1.000
83	8.089	3.400	2.400
84	6.013	1.400	4.534
85	4.833	1.600	1.562
86	6.000	3.800	1.200
87	3.200	1.217	1.200
88	7.088	1.649	1.217
89	4.472	2.700	2.864
90	7.611	2.105	3.805
91	8.000	2.090	1.709
92	3.298	2.800	1.342
93	5.441	1.970	3.453
94	5.200	3.847	1.400
95	4.948	2.600	1.000
96	4.400	1.612	1.600
97	6.013	1.400	1.200
98	7.642	4.005	1.720
99	3.688	1.523	2.330
100	6.000	2.068	2.608
101	3.688	2.530	2.864
102	6.000	2.600	1.800
103	6.412	2.000	3.000
104	4.418	1.546	1.600
105	6.800	2.530	2.236
106	5.614	1.844	2.280
107	4.800	2.800	2.209
108	6.119	4.804	2.200
109	9.110	1.811	1.200
110	9.800	4.005	4.005
111	4.500	1.562	2.807
112	6.120	2.068	2.200
113	6.154	3.206	1.000
114	6.244	2.010	7.932
115	4.200	1.600	3.040
116	4.550	1.342	1.897
117	5.634	1.612	1.000
118		1.414	2.000
119		3.298	2.843
120		3.600	3.880
121		3.400	1.200
122		1.709	1.600
123		1.600	2.200
124		3.847	2.800
125		2.209	1.400
126		1.523	4.840

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
127		1.200	1.340
128		3.493	2.000
129		4.405	1.340
130		1.800	1.442
131		1.811	4.200
132		2.470	4.405
133		2.400	2.040
134		3.050	1.400
135		2.427	1.600
136		2.828	1.811
137		4.800	1.200
138		3.200	4.000
139		4.205	4.000
140		2.209	3.353
141		1.523	3.650
142		1.700	3.450
143		2.800	1.260
144		3.406	2.000
145		2.600	3.420
146		3.680	2.040
147		3.329	2.000
148		2.608	1.600
149		2.807	1.649
150		2.200	2.040
151		1.000	2.000
152		3.200	2.040
153		3.040	1.800
154		1.897	1.000
155		1.000	1.600
156		2.000	1.020
157		2.843	1.442
158		3.880	2.000
159		8.120	2.807
160		1.600	2.200
161		2.200	1.000
162		2.800	3.200
163		1.400	3.040
164		4.840	1.897
165		1.340	1.000
166		2.000	2.000
167		1.340	2.843
168		1.442	3.880
169		4.200	1.200
170		4.405	1.600
171		2.040	2.200
172		1.400	2.800
173		1.600	1.400
174		1.811	4.840
175		1.200	1.340
176		3.821	2.000
177		3.000	1.340
178		3.206	1.442
179		2.200	4.200
180		3.200	4.405
181		2.226	2.040
182		2.400	1.400
183		1.600	1.600
184		2.010	1.811
185		1.200	1.200
186		1.217	1.620
187		2.720	1.020
188		2.126	1.442
189		4.418	1.887

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
190		4.243	3.353
191		2.000	3.650
192		4.948	3.450
193		3.805	1.260
194		1.200	2.000
195		2.209	3.420
196		3.000	1.400
197		3.040	2.800
198		2.807	1.400
199		3.600	4.840
200		1.811	1.340
201		3.493	2.000
202		3.000	1.340
203		3.206	1.442
204		2.000	4.200
205			4.405
206			2.040
207			1.400
208			1.600
209			1.700
210			1.800
211			1.655
212			1.345
213			2.433
214			2.300
215			2.400
216			2.300
217			2.300
218			1.870
219			1.768
220			1.007
221			1.662
222			2.786
223			3.800
224			2.040
225			1.800
226			1.000
227			1.620
228			1.020
229			1.442
230			1.887
231			3.353
232			3.650
233			3.450
234			1.260
235			2.000
236			3.420
237			1.400
238			5.000
239			2.807
240			4.000
241			2.200
242			2.800
243			1.400
244			4.840
245			1.340
246			2.000
247			1.340
248			1.442
249			4.200
250			4.405
251			2.040
252			1.400

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA SEGUNDA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
253			1.600
254			1.811
255			1.200
256			4.000
257			4.000
258			3.353
259			3.650
260			3.450
261			1.260
262			2.000
263			3.420
264			2.040
265			2.000
266			1.600
267			1.649
268			1.077
269			1.200
270			1.800
271			2.530
272			1.523
273			2.930
274			3.000
275			3.200
276			2.973
277			2.828
278			2.670
279			2.778
280			2.345
281			2.655

	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
N° BURBUJAS	117	204	281
PROMEDIO	4.222	2.599	2.305
DIAMETRO MIN	1.2	1	1
DIAMETRO MAX	9.8	8.12	7.932
MODA	2.8	1.6	2
PROMEDIO GENERAL	3.042		

ANEXO N°12 – DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
1	4.472	2.474	1.897
2	7.611	1.200	1.000
3	8.000	1.020	2.000
4	3.298	6.017	2.843
5	5.441	4.000	3.880
6	5.200	1.200	1.200
7	4.948	1.217	1.600
8	4.400	2.088	2.433
9	6.013	1.020	1.200
10	7.642	4.050	3.622
11	3.688	7.870	3.441
12	6.000	4.200	3.774
13	3.688	3.353	3.280
14	6.000	2.200	3.606
15	6.412	1.210	4.005
16	4.418	2.433	1.453
17	6.800	3.800	1.342
18	5.614	2.600	1.410
19	4.871	1.200	1.897
20	3.600	1.110	1.000
21	5.727	1.000	1.897
22	6.400	1.550	1.000
23	6.705	2.676	2.000
24	6.450	3.550	2.843
25	6.621	4.760	3.880
26	6.053	3.667	1.200
27	5.215	2.470	1.600
28	7.694	2.400	2.433
29	6.997	3.050	1.897
30	5.215	1.800	1.000
31	6.450	1.811	2.000
32	5.337	3.800	2.843
33	4.472	4.200	3.880
34	5.261	2.470	1.200
35	5.441	2.400	1.600
36	5.060	3.050	2.433
37	7.600	2.427	2.280
38	6.053	2.828	3.000
39	4.866	4.800	1.200
40	5.122	3.200	1.709
41	6.013	4.205	1.442
42	4.833	2.209	2.474
43	6.000	1.523	3.298
44	3.200	1.700	2.000
45	7.088	2.800	2.120
46	4.472	3.406	1.709
47	7.611	2.600	2.608
48	8.000	3.680	1.800
49	3.298	3.329	2.400
50	5.441	2.608	2.433
51	5.200	1.800	1.281
52	4.948	2.400	2.340
53	4.400	2.433	2.400
54	6.013	2.200	1.230
55	7.642	1.800	3.736
56	3.688	4.600	4.569
57	6.000	3.600	2.720
58	3.688	2.800	1.600
59	6.000	3.049	2.828
60	6.412	2.280	3.406
61	4.418	1.800	1.166
62	6.800	3.130	2.010
63	5.614	1.077	1.200

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
64	4.800	1.600	2.000
65	6.119	2.209	1.020
66	4.561	3.231	2.340
67	5.215	1.649	3.200
68	4.817	2.600	2.600
69	4.800	3.821	1.000
70	5.367	3.000	2.786
71	5.906	3.206	2.600
72	6.800	2.200	2.280
73	5.614	3.200	3.000
74	7.210	2.226	1.200
75	6.053	2.400	1.709
76	6.013	1.600	1.442
77	6.882	2.010	2.474
78	4.020	1.200	3.298
79	5.200	1.217	2.000
80	7.600	2.720	2.120
81	3.622	2.126	1.709
82	7.600	4.418	2.608
83	4.020	4.243	1.800
84	5.200	2.000	2.400
85	2.700	4.948	2.433
86	2.105	3.805	2.120
87	2.090	1.200	1.709
88	2.800	2.209	1.200
89	2.105	3.000	1.200
90	2.090	3.040	1.000
91	2.800	2.807	4.328
92	1.970	3.600	1.000
93	2.105	1.811	1.020
94	2.090	3.493	1.066
95	2.800	3.000	1.414
96	1.970	3.206	1.400
97	3.847	2.000	2.200
98	2.600	2.236	2.600
99	1.612	2.800	3.007
100	1.400	2.691	1.000
101	5.261	2.000	2.400
102	5.441	3.820	1.217
103	5.060	2.209	2.864
104	7.600	2.000	3.805
105	6.053	2.800	1.709
106	4.866	2.441	1.342
107		2.007	3.453
108		1.600	1.400
109		2.010	1.000
110		2.020	1.600
111		1.176	1.200
112		3.400	1.720
113		1.400	2.330
114		1.600	2.608
115		3.800	2.864
116		2.427	1.800
117		2.828	3.000
118		4.800	1.600
119		3.200	2.280
120		4.205	2.209
121		2.209	2.200
122		1.523	1.200
123		1.700	4.005
124		2.800	2.807
125		3.406	2.200
126		2.600	1.000

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
127		3.680	7.932
128		3.329	3.040
129		2.608	3.040
130		1.800	2.400
131		2.400	4.534
132		2.433	1.562
133		2.408	1.200
134		1.709	1.200
135		1.281	1.217
136		2.340	2.864
137		2.400	3.805
138		1.230	1.217
139		3.736	2.864
140		4.569	3.805
141		2.720	1.709
142		1.600	1.342
143		2.828	3.453
144		3.406	1.400
145		1.166	1.000
146		2.010	1.600
147		1.200	1.200
148		2.000	1.720
149		1.020	2.330
150		3.329	2.608
151		2.608	2.864
152		1.800	1.800
153		2.400	3.000
154		2.433	1.600
155		2.200	2.236
156		1.800	2.280
157		4.600	2.209
158		3.600	2.200
159		1.600	1.200
160		2.828	4.005
161		3.406	2.807
162		1.166	2.200
163		2.010	1.000
164		1.200	7.932
165		2.000	3.040
166		1.020	2.843
167		2.340	3.880
168		3.200	1.200
169		2.720	1.600
170		2.126	2.433
171		4.418	3.650
172		4.243	3.450
173		2.000	1.260
174		4.948	2.000
175		3.805	3.420
176		1.200	1.400
177		2.209	5.000
178		3.000	2.807
179		3.040	4.000
180		2.807	2.200
181		3.600	2.800
182		1.811	1.400
183		3.493	4.840
184		3.000	1.560
185		3.206	1.400
186		2.000	2.059
187		2.236	1.200
188		2.800	1.600
189		2.691	2.200

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN			
Nº	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
190		2.000	2.800
191		3.820	1.400
192		7.950	4.840
193		2.000	1.340
194		2.800	2.000
195		2.441	1.340
196		2.007	1.442
197		1.600	4.200
198		2.010	4.405
199		2.020	2.040
200		1.176	1.200
201		3.400	1.600
202		1.400	2.200
203		1.600	2.800
204		3.800	1.400
205		1.000	4.840
206			1.340
207			2.000
208			1.340
209			1.442
210			4.200
211			4.405
212			2.040
213			1.400
214			1.600
215			1.811
216			1.200
217			1.340
218			1.000
219			1.600
220			1.200
221			1.720
222			2.330
223			2.608
224			2.864
225			1.800
226			1.000
227			1.600
228			1.200
229			1.720
230			2.330
231			2.608
232			2.864
233			1.800
234			3.000
235			1.600
236			2.236
237			2.280
238			2.040
239			1.400
240			1.600
241			1.700
242			1.800
243			1.655
244			1.345
245			2.433
246			2.300
247			2.400
248			2.300
249			2.300
250			1.870
251			1.768
252			1.007

DIAMETRO DE LAS MICROBURBUJAS EN LA TERCERA REPETICIÓN			
N°	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
253			1.662
254			2.786
255			3.800
256			2.040
257			1.800
258			1.000
259			1.620
260			1.020
261			1.442
262			1.887
263			1.020
264			1.442
265			1.887
266			3.353
267			3.650
268			3.450
269			1.260
270			2.000
271			3.420
272			1.400
273			5.000
274			2.807
275			4.000
276			2.200
277			2.800
278			1.400
279			4.840
280			1.340
281			2.000
282			1.340
283			1.442
284			4.200
285			4.405
286			2.040
287			1.400
288			2.807
289			3.499
290			3.200
291			2.181
292			2.000

	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
N° BURBUJAS	106	205	292
PROMEDIO	5.117	2.633	2.258
DIAMETRO MIN	1.4	1	1
DIAMETRO MAX	8	7.95	7.932
MODA	6	2	1.2
PROMEDIO GENERAL	3.336		

ANEXO N°14 - IMAGEN DEL TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&o=1238186027&s=1&u=1088032488&ro=103

feedback studio | MICROBURBUJAS DE AIRE PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018

Resumen de coincidencias

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

25	1	repositorio.ucv.edu.pe	8 %	>
		Fuente de Internet		
	2	Entregado a Universida...	6 %	>
		Trabajo del estudiante		
	3	repositorio.uncp.edu.pe	1 %	>
		Fuente de Internet		
	4	Entregado a Universida...	1 %	>
		Trabajo del estudiante		
	5	sihtac.org	1 %	>
		Fuente de Internet		
	6	Entregado a Fundacion...	1 %	>
		Trabajo del estudiante		
	7	Entregado a Universida...	1 %	>
		Trabajo del estudiante		
	8	dspace.unitru.edu.pe	1 %	>
		Fuente de Internet		
	9	Entregado a Universida...	<1 %	>
		Trabajo del estudiante		
	10	Entregado a UNIV DE L...	<1 %	>
		Trabajo del estudiante		
	11	Entregado a Universida...	<1 %	>
		Trabajo del estudiante		

Página: 1 de 81 | Número de palabras: 15618 | Text-only Report | High Resolution | Activado

11:31 30/12/2019

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
MICROBURBUJAS DE AIRE PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL
AUTORA
EVELYN GONZALES CAMA
ASESOR
MSc. WILBER SAMUEL QUIJANO PACHECO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
LIMA - PERÚ
2018

ANEXO N°15 - ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : FGA-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Wilber Quisano Pacheco docente de la Facultad
Ingeniería y Escuela Profesional de Ing. Ambiental, de la Universidad César Vallejo
LA (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada:
- Microburbujas de aire para el tratamiento del agua
residual industrial de la refinería La Pampilla 2018

del (de la) estudiante constató
que la investigación tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el
reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la
tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas
por la Universidad César Vallejo.

Los olivos 15 de diciembre de 2018




Firma de Docente
DNI: 06042600

ANEXO 16 – AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Evelyn Gonzales Cama identificado con DNI N° 71819980, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

"Microburbujas de aire para el tratamiento del agua residual industrial de la refinería La Pampilla 2018";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....




.....
Evelyn Gonzales Cama

DNI: 71819980

Los olivos 21 de diciembre de 2018

ANEXO 17 – AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

EVELYN GONZALES CAMA

INFORME TÍTULADO

MICROBURBUJAS DE AIRE PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL DE LA
REFINERÍA LA PAMPILLA 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN LA FECHA: 15-12-18

NOTA O MENCIÓN: 14



[Handwritten Signature]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN