



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Medición de cloro residual en el agua del río Torres proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la Mina Santa Luisa Áncash 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Br. Valle Villanueva Víctor Humberto (ORCID: 0000-0003-4798-4134)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado de manera grata y especial a quienes en vida fueron los miembros más influyentes y representativos en mi vida; mi abuela querida, Mirtha De La Vega Livia y mi hermano perruno “Niño” que en los momentos de soledad supo cultivar alegría y felicidad con su espectacular simplicidad.

AGRADECIMIENTO

Estas palabras están dirigidas a los miembros de mi familia, miembros de mi centro de trabajo y a los Ingenieros que me dieron todas las facilidades para las actividades señaladas dentro de la Unidad Minera, mi agradecimiento será infinito y siempre mantendré presente las buenas acciones tomadas.

De igual forma un agradecimiento especial a la Xava, por el apoyo constante y sus mensajes de perseverancia y continuidad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	21
2.1. Tipo y diseño de investigación	21
2.2. Población y muestra.....	21
2.2.1. Población.....	21
2.2.2. Muestra.....	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	22
2.3.1. Técnicas.....	22
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	22
2.3.3. Validez y confiabilidad.....	22
2.4. Metodología del experimento	23
2.4.1. Ubicación.....	23
2.4.2. Periodicidad.....	23
2.4.3. Tratamientos	23
2.5. Procedimiento.....	24
2.5.3. Parámetros de evaluación.....	26
2.5.4. Análisis físico - químicos y microbiológicos.....	27
2.5.5. Valoración taxonómica.....	27
2.6. Aspectos éticos.....	27
III. RESULTADOS	28
3.1. Características físico – químicas del hipoclorito de sodio.....	28
3.2. Características físicas, químicas y biológicas del agua (afluente)	28
3.3. Características físicas químicas y biológicas del agua (efluente)	28
3.3.1. Características físicas	29
3.3.1.1. Temperatura.....	29
3.3.1.2. Turbidez.....	30
3.3.1.3. Sólidos Totales.....	31

3.3.2.	Características químicas del agua (efluente)	32
3.3.2.1.	DQO	33
3.3.2.2.	pH	34
3.3.2.3.	Aceite y Grasa.....	35
3.3.2.4.	Materia Orgánica.....	36
3.3.2.5.	DBO ₅	38
3.3.3.	Características biológicas del agua (efluente).....	39
3.3.3.1	Coliformes termotolerantes.....	39
3.3.3.2.	Coliformes totales	40
3.3.4.	Cloro Residual.....	41
3.3.4.1.	Cloro total residual.....	41
3.3.4.2.	Cloro libre residual	42
3.3.5.	Macroinvertebrados acuáticos.....	43
3.3.5.1.	Índice Biótico de Familias antes de la Descarga.....	44
3.3.5.2.	Índice biótico de familias después de la descarga	45
IV.	DISCUSIÓN.....	46
V.	CONCLUSIONES	48
VI.	RECOMENDACIONES	48
	REFERENCIAS.....	50
	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Validación de Expertos	23
Tabla 2: Propiedades físico - químicas del hipoclorito de sodio.	28
Tabla 3: Resultados de las características del agua inicial	28
Tabla 4: Resultados de los parámetros físicos analizados al agua – efluente.....	29
Tabla 5: Análisis de varianza anova para la temperatura de tratamientos	29
Tabla 6: Prueba de contraste de tukey para la temperatura de tratamientos	30
Tabla 7: Análisis de varianza anova para la turbidez	30
Tabla 8: prueba de contraste de tukey para el parámetro de turbidez.....	31
Tabla 9: análisis de varianza anova para sólidos totales.....	31
Tabla 10: Prueba de contraste tukey para sólidos en Suspensión.....	32
Tabla 11: Resultados del análisis químico del efluente tratado	33
Tabla 12: Análisis de varianza anova de d _{qo}	33
Tabla 13: Prueba de contraste tukey para el parámetro d _{qo}	33
Tabla 14: Análisis de varianza anova para pH.	34
Tabla 15: Prueba de contraste Tukey para el parámetro de pH	35
Tabla 16: Análisis de varianza anova para el parámetro de aceites y grasas.....	35
Tabla 17: Prueba de contraste tukey para aceites y grasas	36
Tabla 18: Análisis de varianza anova para materia orgánica.	37
Tabla 19: Prueba de contraste Tukey para M.O.	37
Tabla 20: Análisis de varianza anova para d _{bo5}	38
Tabla 21: Prueba de contraste tukey para d _{bo5}	38
Tabla 22: Características biológicas del efluente	39
Tabla 23: Análisis de varianza anova para c. termotolerantes	39
Tabla 24: Prueba de contraste tukey para c. termotolerante.....	39
Tabla 25: Análisis de varianza anova para c. totales	40
Tabla 26: Prueba de contraste tukey para c. totales	40
Tabla 27: Valores obtenidos para el análisis de cloro residual	41
Tabla 28: Análisis de varianza anova para cloro total residual	42
Tabla 29: Prueba de contraste tukey para cloro total residual.....	42
Tabla 30: Análisis de varianza anova para cloro libre residual.....	43
Tabla 31: Prueba de contraste tukey para cloro libre residual	43
Tabla 32: Resultados obtenidos en base a los macroinvertebrados.....	44
Tabla 33: índice biótico de familias (BMWP) - antes del vertimiento del efluente	44
Tabla 34: índice biótico de familias (BMWP) - después del vertimiento del efluente	45
Tabla 35: Operacionalización de variables.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Temperatura según tratamientos obtenido en campo.....	30
Figura 2: Turbidez obtenida durante los tratamientos aplicados.....	31
Figura 3: Valores obtenidos al final de tratamiento para sólidos totales.....	32
Figura 4: Resultados para la demanda química de oxígeno.....	34
Figura 5: Valores de pH.....	35
Figura 6: Valores para aceites y grasas.....	36
Figura 7: Valores de materia orgánica obtenidos en el efluente.....	37
Figura 8: Valores para la demanda bioquímica de oxígeno.....	38
Figura 9: Valores de coliformes termotolerantes en el afluente.....	40
Figura 10: Valores obtenidos para coliformes totales.....	41
Figura 11: Cloro total residual por tratamiento.....	42
Figura 12: Valores de cloro libre residual.....	43
Figura 13: BMWP antes del vertimiento del efluente.....	44
Figura 14: BMWP después del vertimiento del efluente.....	45
Figura 15: Toma de muestra del afluente.....	54
Figura 16: Toma de muestra del efluente.....	54
Figura 17: Toma de muestra de macroinvertebrados.....	54
Figura 18: Almacenamiento de macroinvertebrados.....	54
Figura 19: Macroinvertebrados obtenidos antes del efluente.....	54
Figura 20: Macroinvertebrados obtenidos después del efluente.....	54
Figura 21: identificación de oligochaeta.....	55
Figura 22: Captura de pez (trucha).....	55
Figura 23: Identificación de capniidae.....	55
Figura 24: Identificación de leuctridae.....	55
Figura 25: identificación de oligochaeta - efluente.....	55
Figura 26: Análisis biológicos del efluente.....	55
Figura 27: efluente de la planta en contacto con el agua de río.....	56
Figura 28: Análisis de aceites y grasas.....	56
Figura 29: Resultados de cloro residual total.....	56
Figura 30: Resultados de turbidez.....	56
Figura 31: Diagrama de la Planta de tratamiento de aguas residuales.....	56
Figura 32: Diagrama del reactor biológico.....	57
Figura 33: Diagrama de determinación de cloro residual.....	57
Figura 34: Cuenca de análisis.....	57
Figura 35: índice BMWP para evaluación de calidad del agua.....	58
Figura 36: Valoración del cuerpo receptor.....	58
Figura 37: Ficha de custodia del efluente.....	60
Figura 38: ficha de custodia del afluente y proceso operacional de la planta de tratamiento ..	60
Figura 39: Resultados del análisis del afluente.....	61
Figura 40: Resultados de parámetros del afluente.....	62
Figura 41: Validación de resultados del afluente.....	63
Figura 42: Resultados biológicos del afluente.....	64
Figura 43: Resultados efluente I – primer tratamiento.....	65
Figura 44: Resultados efluente II – primer tratamiento.....	66
Figura 45: Resultados efluente III – primer tratamiento.....	67

Figura 46: Resultados efluente IV – primer tratamiento	68
Figura 47: Resultados efluente I – segundo tratamiento.....	69
Figura 48: Resultados efluente II – segundo tratamiento.....	70
Figura 49: Resultados efluente III – segundo tratamiento.....	71
Figura 50: Resultados efluente IV – segundo tratamiento.....	72
Figura 51: Resultados efluente I – tercer tratamiento.....	73
Figura 52: Resultados efluente II – tercer tratamiento.....	74
Figura 53: Resultados efluente III – tercer tratamiento.....	75
Figura 54: Resultados efluente IV – tercer tratamiento.....	76
Figura 55: Validación de instrumento primer experto.....	77
Figura 56: Validación de instrumento segundo experto.....	78
Figura 57: Validación de instrumento tercer experto.....	79
Figura 58: Validación de instrumento cuarto experto	80

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la medición de cloro residual en el agua del río torres proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la mina santa luisa mediante los macroinvertebrados como indicador biológico, todo ello se fundamentó en un análisis global del afluente y efluente, procesos operacionales y componentes principales de tratamiento. Diseño experimental, de tipo aplicada, muestreo probabilístico aleatorio simple con tres tratamientos que fueron las dosis de hipoclorito de sodio al 7.5%; se tomó 34.5 litros como muestra. Para la evaluación de los datos se usó el diseño completamente al azar y Tukey como prueba de contraste de los promedios. Los resultados iniciales del agua fueron Temperatura (C°) 12.5, Turbidez (NTU) 58.3, Sólidos Totales (mg/L) 286, DQO (mg/L) 402, pH 6.21, Aceite y Grasa (mg/L) 94.3, DBO5 (ml/L) 319, Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) 2.5 E + 04 y Coliformes Totales (NMP/100mL) 4.8 E + 05. Temperatura (C°) 12.5, Turbidez (NTU) 58.3, Sólidos Totales (mg/L) 286, DQO (mg/L) 402, pH 6.21, Aceite y Grasa (mg/L) 94.3, DBO5 (ml/L) 319, Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) 2.5 E + 04 y Coliformes Totales (NMP/100mL) 4.8 E + 05. Los resultados finales después de los tratamientos muestran que hubo diferencia significativa en todos los parámetros evaluados, dando como mejor dosis el tratamiento 3, además de tener menor coliformes totales y termotolerantes, en el agua de río se encontró también que existe menor presencia de cloro en el agua, esto se refleja al determinar el índice biótico de familias antes de la descarga fue de valor 30 categorizándose como regular, después de la descarga se determinó categoría 1 considerándose muy mala. Sin embargo, con la dosis adecuada éste valor mejora.

Palabras claves: hipoclorito de sodio, cloro residual, tratamiento de aguas.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the measurement of residual chlorine in the water of the torres river from the domestic wastewater treatment plant of the Santa Luisa mine using macroinvertebrates as a biological indicator, all based on a global analysis of the tributary and effluent, operational processes and main components of treatment. Experimental design, applied type, simple random probabilistic sampling with three treatments that were doses of 7.5% sodium hypochlorite; 34.5 liters was taken as a sample. For the evaluation of the data, the completely randomized design and Tukey were used as a test of averages contrast. Initial water results were Temperature (C °) 12.5, Turbidity (NTU) 58.3, Total Solids (mg / L) 286, COD (mg / L) 402, pH 6.21, Oil and Fat (mg / L) 94.3, BOD5 (ml / L) 319, Thermotolerant Coliforms (NMP / 100mL) 2.5 E + 04 and Total Coliforms (NMP / 100mL) 4.8 E + 05. Temperature (C °) 12.5, Turbidity (NTU) 58.3, Total Solids (mg / L) 286, COD (mg / L) 402, pH 6.21, Oil and Fat (mg / L) 94.3, BOD5 (ml / L) 319, Thermotolerant Coliforms (NMP / 100mL) 2.5 E + 04 and Total Coliforms (NMP / 100mL) 4.8 E + 05. The final

results after the treatments show that there was a significant difference in all the parameters evaluated, giving treatment 3 as the best dose, in addition to having lower total and thermotolerant coliforms, in the river water it was also found that There is less presence of chlorine in the water, this is reflected when determining the biotic index of families before the discharge was of value 30 being categorized as regular, after the discharge stopped He finished category 1 considering himself very bad. However, with the right dose this value improves.

Keywords: sodium hypochlorite, residual chlorine, water treatment.

I. INTRODUCCIÓN

Para todas las actividades relacionadas al presente estudio de investigación, se propusieron tomar como unidad análisis la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la compañía minera Santa Luisa ubicada en el departamento de Ancash, provincia de Bolognesi, distrito de Huallanca. Altitudinalmente entre los 3900 y 4400 m.s.n.m.; entre las coordenadas 8 906 500 N a 8 912 000 N y 276 500 E a 281 000 E. Este enfoque pretendió establecer correlaciones directas e indirectas con los aspectos técnicos operativos y biológicos acuáticos. Para todo lo señalado, se realizaron muestreos paulatinos y progresivos de acuerdo a los parámetros analíticos propuestos en el presente trabajo de investigación.

Dentro de los diversos trabajos precedidos a esta investigación contemplamos a SÁNCHEZ, L., RODRÍGUEZ, S., ESCOBAR, J., & TORRES (2010), quienes señalaron que su publicación se direccionó a evaluar la conducta del subproducto de la desinfección y el cloro resultante mediante modelamiento, llevados a cabo de forma piloto en el régimen de abastecimiento de agua consumible de la localidad de Cali. Las deducciones indicaron que la modelación es de vital importancia para identificar la calidad del fluido a un nivel mayor de profundidad. Se describe que el sector contemplado en el estudio, un 80% de cloro resultante sobrepasó los 0.3mg/L. El subproducto preponderante estuvo dado por cloroformo, señalando el 95% de trihalometanos, con concentraciones de 80 µg/L en el 95% de la red.

MATSUMOTO, SANCHEZ (2016), describieron que los coliformes fecales, sólidos y materia orgánica, son parámetros más significativos. La metodología empleada estuvo basada en la aplicación de un proceso batimétrico de las lagunas anaerobia y facultativa, cada uno con una prolongación temporal de tres meses, mediante el análisis de: temperatura, sólidos, DBO, oxígeno disuelto, pH, DQO, DBO filtrada, y coliformes. Los resultados marcaron acumulaciones de lodos del 6.5 y 1.3% del volumen de las lagunas facultativas y anaerobias; el importe medio de coliformes fecales en el efluente concluyente fue de $9,55 \cdot 10^6/100\text{mL}$, que sobrepasó el máximo tolerado de 1000/100mL y la remoción media de DBO fue del 73,6%, inferior al 80% recomendado. Finalmente pudieron concluir que la

planta de tratamiento de aguas residuales requiere realizar un método de post-tratamiento.

MENENDEZ Y DUENAS (2018), describieron que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro de medición que forma parte de la caracterización de residuales fluidos. Del mismo modo admiten saber sobre el proceso de degradación realizada por los microorganismos en función a la cantidad de materia orgánica, en un tratamiento biológico. Además, el oxígeno demandado químicamente (DQO), en contraste de la variable primera, permitió saber sobre la concentración de las fracciones no biodegradables y biodegradables de la materia orgánica.

HERNÁNDEZ , GONZÁLEZ, MENDOZA, PONCE Y COPALCUA (2016), mostraron que el tratamiento de las aguas residuales constituye una mejora en los parámetros ambientales, y la preservación de la salud pública; disponiendo de esto, el tratamiento de aguas residuales es fundamental para mantener la estabilidad de los recursos naturales y evitar el deterioro ambiental. Con la finalidad de remediar el deterioro ambiental se rehabilitó la planta de tratamiento de aguas residuales en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala, la cual bajo el principio de aeración interrumpida y cuya función es la de reducir la carga orgánica de las aguas residuales, eliminando la contaminación química y bacteriológica.

GONZALES Y GÓMEZ (2016), presentaron que al efectuar una apreciación teórico-práctico de la planta de tratamiento de aguas residuales se opta por mejorar los diversos procedimientos. En base a parámetros del libro tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño, de Jairo Alberto Romero Rojas, y el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS-2000), se bosqueja la planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin de cumplir con las características físico-químicas y solucionar el problema de la contaminación. Demanda bioquímica de oxígeno, corresponde presentar una separación mayor al 80% por carga. Por ello, la remoción en la PTAR es de 71,05%; el cual demuestra la poca eficiencia operacional en relación a los parámetros tomado en cuenta.

GONZALES Y GONZALES (2017), sostiene que la base del estudio fue comparativo, luego de las visitas realizadas a las plantas de tratamiento de aguas

residuales, ubicadas en Rio de Janeiro (Brasil) y Paz de Ariporo Casanare (Colombia), se compararon los sistemas hidráulicos y procesos físicos, químicos y biológicos de ambas plantas de tratamiento, por lo que se determinó que la PTAR de Paz de Ariporo cuenta con mecanismos más eficientes que la PTAR de Brasil como lo son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en Paz de Ariporo se tiene una eficiencia del 60% mientras que en Brasil del 35% aunque este porcentaje es de salida ya que al entrar al mar mediante el emisario submarino tendrá una dilución con la pluma de dispersión que da hasta un 90 %.

Chen et al. (2000), describieron la eficiencia en el uso de ClO₂ como desinfectante alternativo y la formación de subproductos y las condiciones operativas. Los resultados que obtuvieron fue el valor de pH (pH 5-9) no tuvo correlación con el desinfectante ni su eficiencia. Los subproductos formados fueron haloacéticos (HAA) y trihalometanos (THM). Finalmente concluye que a mayor dosis de ClO₂, menor será la cantidad de subproductos y la cantidad (The formation of disinfection by-products in water treated with chlorine dioxide, 2000) de esta se elevó con el tiempo de reacción.

TIZIANA SCHILIRÒ et al. (2009), describieron que tomaron muestras de agua antes y después del efluente de la planta de tratamiento, y el efluente se evaluó en presencia y ausencia de cloración. Se realizaron pruebas de laboratorio con células de cáncer de mama MCF-7 BUS, Además para identificar el proceso de cloración y su eficacia, se evaluaron las muestras para descubrir subproductos de desinfección (trihalometanos) y Escherichia coli. Las EEQ medias fueron 5.0 ng / L (\pm 6.1 ng / L) aguas arriba de la planta, 6.7 ng / L (\pm 7.4 ng / L) aguas abajo de la planta y 23.3 ng / L (\pm 20.4 ng / L) en el efluente. Las muestras cloradas presentaron baja actividad estrogénica y concentraciones de E. coli, sin embargo, tuvieron mayores concentraciones de trihalometano y mayor toxicidad.

CANO et al. (2012), aplicaron la oxidación electroquímica con ánodos de diamante conductivo, para la desinfección de aguas residuales. Todos los casos que fueron tratados presentaron eliminación de Escherichia coli. Además, dentro del rango de densidades (1.3–13.0 A m⁻²), no formó ningún sub producto dañino. Consecuentemente la combinación de hipoclorito y cloraminas son los

mecanismos que explicaron la desinfección, el desinfectante primario depende de la concentración de cloruros y nitrógeno no oxidado y la densidad de corriente. Finalmente, cuando menor sea la energía empleada, menor será la densidad de corriente.

CAPOZZI et al. (2018), señalaron que en las alcantarillas se presenta la decloración microbiana. Un conjunto de datos que contiene 64 picos cromatográficos que representan 103 congéneres de PCB medidos en 74 muestras de agua completa se analizó por Factorización de matriz positiva (PMF). Las concentraciones de productos de decloración no tiene relación con los sólidos suspendidos totales, lo que demuestra que se disolvieron en su mayoría y describe la mala eliminación del tratamiento, mediante el proceso de sedimentación.

FASUAN et al. (2019), analizaron aguas residuales de forma independiente, con intervalos y se analizaron las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas. Considerando los parámetros habituales de un análisis de aguas. Descubriendo que las semillas de *M. oleífera* mejorar el aumento de la población bacteriana. Además, se identificó que el cloro no elimina la bacteria: *Pseudomonas aeruginosa*, mientras que el hipoclorito de sodio es efectivo en lo absoluto para reducir el crecimiento bacteriano durante el análisis.

HAN et al. (2017), señalaron que el ClO_2 aplicado para la desinfección es muy efectivo por ser biocida. Todavía se tiene conocimientos suficientes sobre el halógeno orgánico total (TOX), un parámetro colectivo para todos los DBP halogenados. En comparación con LLE de una sola vez, los LLE de cuatro veces combinados mejoraron la recuperación de TOX en 2,3 veces. La toxicidad del desarrollo de la muestra de agua potable pretratada con los LLE combinados cuatro veces fue 1,67 veces mayor que la pretratada con LLE de una sola vez. Además, se descubrió que estos trihalometanoles son los productos de transformación de los trihalometanos formados durante la desinfección con ClO_2 .

LEVANTESI et al. (2010), señalaron que es necesario conocer los patógenos transmitidos por el agua e indicadores microbianos, en relación a ello, se encontraron quistes de *Giardia* y *Cryptosporidium* (oo) en 63.2 y 36.7% de las muestras respectivamente. *Salmonella* spp. y los huevos de helmintos se detectaron más raramente (16.3% y 12.5% de las muestras respectivamente) y las

células de *Campylobacter* solo se encontraron en el 2% de las muestras. En particular, los niveles de *Giardia* disminuyeron de 0.24-6.14 quistes / L a 0-0.01 quistes / L y de 0.4-6.2 quistes / L a 0-0.07 quistes / L en los sitios español e italiano, respectivamente. Finalmente se obtuvieron correlaciones positivas significativas de Spearman ($p < 0.05$, rango de r (s): 0.45-0.95).

ZHONG et al. (2017), describieron que el objetivo de esta investigación fue estudiar la aparición y el destino de los compuestos de carbonilo como subproductos de la ozonización en dos plantas de tratamiento de agua potable a gran escala. Después de la desinfección se encontraron hasta 15 (como la suma de ambos DWTP) de los 24 compuestos de carbonilo seleccionados para este trabajo, el benzaldehído fue el único aldehído aromático detectado después de la oxidación con ozono en primavera, contribuyendo que filtración granular de carbón activado disminuyeron los compuestos de carbonito.

NESCERECKA et al. (2014), sostuvieron que la estabilidad biológica es un factor importante al momento de determinar que el líquido a presentado un buen tratamiento. Se realizaron concentraciones celulares intactas de citometría de flujo (FCM), trifosfato de adenosina intracelular (ATP), las concentraciones celulares intactas de FCM variaron de 5×10^3 células mL⁻¹ a 4.66×10^5 células mL⁻¹ en la red. Los datos mostrados señalaron que una pérdida de residuos desinfectantes y un crecimiento bacteriano concomitante.

WU et al. (2009), sostuvieron que la aplicación de cloro para la desinfección de aguas es ampliamente utilizada y trae consigo una importante disrupción endocrina, la evaluación del líquido se dio mediante ensayos de híbridos de levadura, descubrió que la cloración aumenta notablemente la actividad antiestrogénica de las aguas residuales y disminuye la actividad estrogénica. Además, la espectrometría sugirió que la fracción PC contenía la mayoría de los aminoácidos aromáticos y ácido húmico / fúlvico.

METCH et al. (2015), sostuvieron que las nanopartículas (NP) poseen propiedades catalíticas, se investigó el potencial de las NP de plata (AgNP), dióxido de titanio (TiO₂), ceria (CeO₂) y hierro nanovalente (NZVI) para mejorar la formación de trihalometano (THM), demostrando que AgNP pueden mejorar la formación de THM y, en concentraciones examinadas (1, 10 y 20 mg L⁻¹).

También, la capacidad de los AgNP para mejorar la formación de THM aumentó considerablemente en el régimen de desinfección con cloro libre de UV +. Demostrando que las NP podrían catalizar reacciones químicas desfavorables durante un proceso de desinfección de aguas.

OWOSENI et al. (2017), investigaron la supervivencia de *Escherichia coli* (*E. coli*), en aguas de plantas de tratamiento, en la Provincia Oriental del Cabo, Sudáfrica. Se examinaron la supervivencia bacteriana, la dosis letal de cloro y la cinética de inactivación a dosis letales; también, la comparación de las secuencias de nucleótidos del gen 16S rRNA de bacterias con taxones conocidos en el GenBank reveló que los aislados bacterianos pertenecían a *Escherichia coli*. Al cloro libre recomendado de 0.5 mg / L, la reducción de la concentración bacteriana inicial de *E. coli* ($n = 20$) de 8.35–8.75 log estuvo dentro de un rango de 3.88–6.0 log en los residuos de cloro de 0.14–0.44 mg / L después 30 minutos. Finalmente, el estudio concluye, una mayor eficacia de 1.5 mg/L en totalencia a *E. coli* y la eliminación deficiente con cloro libre a 0.5 mg/L.

ALDERSON et al. (2015), realizaron estudios con el objetivo de evaluar alternativas sostenibles de empleo y uso de aguas residuales. Las tecnologías evaluadas incluyen tanques sépticos (ST); fosas sépticas + filtros anaeróbicos (ST + AF); fosas sépticas + filtros anaeróbicos + cloración (ST + AF + Cl); estanques facultativos (FP); estanques facultativos + de maduración (FP + MP); estanques anaerobios + facultativos + de maduración (AP + FP + MP); estanques aireados facultativos + estanques facultativos + de maduración (FAP + FP + MP); reactores de manto de lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB); y reactores de flujo de lodos anaeróbicos de flujo ascendente + cloración (UASB + Cl). Considerante parámetros simples de análisis, al aplicar un nivel de confiabilidad del 80% para el cumplimiento estándar, el estudio tuvo como objetivo presentar objetivos relevantes.

ZAMORA (2018), describieron que la determinación de variables ambientales en las residuales aguas domésticas, se ejecutó empleando la técnica de componentes principales y los programas estadísticos statsoft statistica v7.0.61.0 y IBS SPSS Statistics 22. Las aguas residuales de la comunidad universitaria Antonio Maceo se definen por una gran versatilidad en los valores de sus parámetros físico-químicos. Fueron concluyentes dos componentes principales y a partir de ellos se

obtuvo que los parámetros (DQO, DBO5, turbidez, HS-, NH4 +, AyG, ST y STF) logran explicar el 87,31% de la variabilidad total contenida en las aguas de la residencia.

VESCHETI et al. (2003), describieron la comparación entre el ácido parasintético y el hipoclorito de sodio para la desinfección de aguas residuales en una planta de tratamiento a nivel piloto. Ambos productos presentaron resultados similares contra los siguientes parámetros: coliformes totales y fecales, E. coli y salmonella, reduciendo sus concentraciones a valores aceptables. Sin embargo, la resultante de sub productos como compuestos orgánicos halogenados se dio en menores cantidades con el tratamiento de ácido parasintético, mientras que la aplicación de hipoclorito de sodio presento mayes valores de este subproducto.

RODRÍGUEZ Y GARCÍA (2014), buscaron la sistematización para la planta de tratamiento de aguas residuales en Colcerámica S.A. planta girardota, con finalidad industrial, de esa manera se incorpora una representación del actual tratamiento, diagnosticando los sucesivos parámetros críticos: flujo, nivel de agua en los vertederos, pH y turbidez; consecutivamente se describen y seleccionan los equipos idóneos para ejecutar la propuesta, se elabora el plano 3d de la planta automatizada, diagramas de tubería e instrumentación (P & ID) y los cálculos costo-beneficio que se lograron al implementar la propuesta. Como resultante se obtuvo data correlacionada a los parámetros y el fundamento para un sistema de dosificación automatizada en función al sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio.

BELTRÁN Y CAMPOS (2016), describieron que los microorganismos eficaces se aplicaron bajo la siguiente presentación en EM activado o solución, para lo cual las evaluaciones comprenden a los 0; 30; 60 y 90 días posteriores al tratamiento para determinar el resultado de estos microorganismos sobre la calidad del agua resultante (pH, DBO, DQO, aceites y grasas, coliformes termotolerantes, solidos totales en suspensión, olor, color (aspecto) y temperatura) y el lodo residual (pH, aceites y grasas, coliformes termotolerantes, olor, color (aspecto)) y finalmente concluyeron que las variables de aceites y grasas con 97.60% y coliformes termotolerantes con 99.55%, presentaron mayor eficiencia de remoción (%) de carga contaminante debido a los microorganismos eficaces.

PURIHUAMÁN Y ROJAS (2018), describieron que se contempló la planta de tratamiento de aguas residuales durante diez días por dos meses mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos (turbidez, pH, dbo5, dco, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales) y microbiológicos, el muestreo se llevó a cabo al afluente y efluente del humedal artificial. La data obtenida en cuanto al porcentaje de remoción de estos parámetros fueron los siguientes: 99,53% (turbidez), 95,51%(sst), 83,89% (dbo5), 72,97%(dco) 88.89%, aceites y grasas, 99.99%(coliformes termotolerantes), encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$), por lo que, al comparar estos resultados con límites permisibles de efluentes en cuerpos de agua, los valores están, por debajo de los señalados en la normativa. Concluyeron que el sistema es más eficiente para fluidos residuales.

ÁVILA (2015), señalaron que la investigación mantuvo el enfoque de determinación de remoción de fosfatos (PO_4^{3-}) y nitratos (N-NO_3^-) en Aguas residuales municipales (ARM) aplicando microalgas inmovilizadas y libres. Las cepas conseguidas se señalaron como *chlamydomonas* sp y *chlorella* sp. El cultivo de *chlorella* sp. libre fue el que marcó altos valores de porcentaje (71.25%) y tasa de separación (0.43 mg/l/día) de N-NO_3^- , y data máxima de parámetros para PO_4^{3-} (83.69%; 0.09 mg/l/día), del mismo modo para el índice de eficacia (EI) de ambos nutrientes, cotejado con los de *chlamydomonas* sp.

RIVAS Y GESENIA (2016), describieron que para compensar la escasa solubilidad de los lodos activados y aceites y grasas e impedir que se produzca un sistema bifásico, continuamente dos mecanismos de homogenización se examinaron: El primero por introducción de aire y el segundo por movimiento mecánico. Las pruebas experimentales fueron realizadas en laboratorio, para lo cual, se monitorearon las concentraciones de grasas y aceites, logrando determinar en base a ciertas condiciones de tiempo, temperatura y pH, se logra disminuir los aceites y grasas hasta en un 46.8 %. Asimismo, se pudo establecer que el movimiento mecánico es el dispositivo ideal de mezcla para este tipo de labores. En conclusión, el análisis de costos demuestra la factibilidad para aplicación a escala real.

LÓPEZ (2019), describió que la tasa de remoción que presentó el tratamiento con la microalga *chlorella* sp. tuvo una reducción de nitratos inicialmente de $24.8 \pm$

2.6 mg.L⁻¹ .día⁻¹ , luego un valor de 23.4 ± 2.5 mg.L⁻¹ .día⁻¹ el cuarto día, hasta un valor final de 5.0 ± 0.5 mg.L⁻¹ .día⁻¹, mientras para la microalga *desmodesmus* sp. se obtuvieron unas remociones del 16.1 ± 1.7 , 7.4 ± 0.8 y 3.5 ± 0.4 , los días 2, 4 y el último día del experimento respectivamente. De igual forma, para los fosfatos mediante el tratamiento con la microalga *chlorella* sp. se obtuvo una tasa de remoción inicial de 73.8 ± 7.9 mg.L⁻¹.día⁻¹ , luego un valor de 55.7 ± 5.9 mg.L⁻¹ .día⁻¹ el cuarto día, hasta un valor final de 30.7 ± 3.3 mg.L⁻¹ .día⁻¹ , mientras para la microalga *desmodesmus* sp. se obtuvieron unas remociones del 60.9 ± 6.5 , 17.3 ± 1.8 , 11.7 ± 1.2 , los días 2, 4 y el último día del experimento respectivamente.

UGAZ (2018), presentó parámetros de evaluación como: coliformes fecales, dco, sst, ph, dco, p, n en el receptor secundario. el proceso biológico de la ptarb convierte el agua residual doméstica en fluido apto para la hidratación de áreas verdes. Los resultados del tratamiento con biofiltros fueron: dco y dco₅ (mg/L) = 400/55 y 320/25, removiendo más del 85%. Para n y p (mg/L) = 21/19 y 12,2/4,4 respectivamente y coliformes fecales – *E. Coli* (NMP/100ml) = 10500/560, con eliminación superior al 90%.

ALAYA Y BARBOZA (2018), señalaron que la aplicación de tratamiento electroquímico para eliminar la concentración de coliformes termotolerantes y totales del fluido residual de la ptar de Jaén. En su aplicación se empleó al procedimiento electroquímico, que consistió en añadir corriente eléctrica a 400 ml. de aguas residuales de la ptar Jaén; mediante una celda de cobre y de plata. Las dimensiones de cada celda fueron de 9.5cmx5cm y un espesor de 0,1cm. Se ha decidido trabajar con tres tipos de voltios (5, 8 y 12); y con los tiempos de (10, 20 y 40 minutos). Las muestras iniciales antes del proceso electroquímico tienen como parámetros al pH entre 7.38 y 7.68, temperatura entre 19.1 °C y 20.2 °C, conductividad entre 749 μs/cm y 949 μs/cm, coliformes totales >1600 y coliformes termotolerantes >1600.

CENTENO, QUINTANA Y LÓPEZ (2019), trabajaron con tres tratamientos (3 x 10⁸, 9 x 10⁸ y 1,8 x 10⁹ UFC/ml) y un control sin consorcio; el inóculo se preparó con 5 % del consorcio de microorganismos, 5 % de melaza y 90 % de agua destilada estéril. En el primer tratamiento se utilizó una concentración de 3 x

108 UFC/ml, disminuyendo a 199,1 mgO₂/L. En el segundo tratamiento se utilizó una concentración de 9 x 10⁸ UFC/ml, disminuyendo a 142,9 mgO₂/L. En el tercer tratamiento se utilizó una concentración de 1,8 x 10⁹ UFC/ml, siendo el más eficaz de todos, al disminuir 132,1 mgO₂/L en relación al control (247.2 mgO₂/L). Los resultados muestran $p < 0.05$. En tal sentido, pudieron concluir en esta investigación que el mejor tratamiento para reducir la demanda bioquímica de oxígeno en fluidos residuales fue el tratamiento 3 correspondiente a la concentración de 1,8 x 10⁹ UFC/ml del consorcio activado.

TINOCO, LAURA, CRUZ Y RAMIREZ (2018), para ambos sistemas se insertó en la plataforma un tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ de 3 m con orificios de 10 mm con separación de 250 cm, por donde se obtuvo el efluente del agua tratada. En ambos sistemas se utilizaron una capa de arena y una capa de grava en el fondo, ambos de 10 cm. Al presentar contacto con el sustrato, los patógenos del agua residual murieron por los cambios de humedad y temperatura, también por ausencia de nutrientes. Los coliformes termotolerantes y totales se redujeron en un 90%. La eficiencia de la zanja fue del 70% y la zanja normal fue de 61%. El agua tratada por ambos sistemas cumplió con los LMPs y ECAs sin embargo la zanja tipo Niimi fue más eficiente.

LARA (2017), sostuvo que el tratamiento de aguas grises puede estar correlacionada a la mejora sustancial del fluido. Con los resultados obtenidos se estableció que un método piloto de tratamiento de fluidos (aguas) grises permite reusar el líquido para uso en inodoros y riego de cobertura vegetal. Se realizó el estudio de los parámetros físico químicos en el afluente y efluente del sistema con la finalidad de evaluar la eficiencia del tratamiento de líquidos grises. Los resultados logrados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua tipo 3, con finalidad de reúso en inodoros y riego de áreas verdes.

ALYAA et al. (2016), describieron la aplicación de cloro para la desinfección es ampliamente empleada para garantizar la seguridad y calidad del agua potable y demás, a pesar de ello, no siempre fue exitoso contra diversos virus, ante ello es indispensable encontrar nuevos métodos de desinfección. Se aislaron colífagos y MS2 a los cuales se aplicaron diferentes dosis de cloro y tratamientos combinados de ultra violeta para colífagos e irradiación con cloro. La desinfección con cloro con 0.3–0.5 mg / L de cloro total (dosis de Cl libre 0.12–0.21 mg / L) durante 10

minutos alcanzó 2.5–5.7 Log 10-reducciones para 11 colifagos sensibles. Finalmente concluyen que. La eficiencia de cloración podría incrementarse con dosis más altas y tiempos de contacto más largos, pero esto podría aumentar la formación de subproductos de desinfección. Por lo tanto, el tratamiento combinado es un método de desinfección recomendado.

BERTELLI et al. (2018), describieron que generalmente en las diversas redes de distribución hídrica se aplica un excedente de cloro para mantener controlado el crecimiento bacteriano, Para evaluar la viabilidad de la reducción de agua en DWDS local mientras se garantiza la seguridad del agua, la calidad del agua se midió durante 2 meses en dos redes diferentes en la cuales se consideró cloro normal y reducido. A ello, se puede agregar la que desafección con cloro creó una población más homogénea de bacterias y en ausencia de cloro, se dio a conocer una biodiversidad más grande y desconocida.

ZAZOULI et al (2017), describen que la desinfección productos clorados tiene estructuras heterogéneas susceptibles de ser cancerígenas. El artículo revisa los precursores eliminados mediante diversos métodos de ultrafiltración de membrana. Las membranas son una alternativa de solución para la eliminación de sólidos suspendidos y materiales coloidales. Sin embargo, las fracciones de materia orgánica natural se eliminan efectivamente mediante una membrana de ultrafiltración cargada negativamente. La ósmosis inversa puede eliminar subproductos clorados orgánicos como inorgánicos y precursores simultáneamente y finalmente la nanofiltración puede usarse para eliminar compuestos del tamaño macromolecular a iones multivalentes.

DÍAZ Y VALDIVIA (2018), consideró una muestra en al afluente para su posterior comparación; en la cimentación se utilizó, tres depósitos rectangulares que contenían capas de grava, arena fina y suelo orgánico; en el primer contenedor se sembró *zantedeschia aethiopica* (flor de cartucho), en el segundo *canna spp* (achira) y en el tercero ambas especies. con este trabajo de investigación se logró determinar que el porcentaje de eliminación de materia orgánica en el humedal 1 fue de 75% de sst, 89% de dbo5 y 81% dco; en el humedal 2 de 83% de sst, 94% de dbo5 y 88% dco; y en el humedal 3 de 85% de sst, 93% de dbo5 y 87% de dco. por ello, se concluye que, el tiempo de retención y la variación de plantas causaron un efecto positivo para el tratamiento de líquidos residuales domésticas.

VÁSQUEZ Y CHENTA (2018), describieron que su exploración académica se llevó a cabo mediante estudios biológicos, químicos y físicos con toma de muestras extraídas del cuerpo receptor (río Mayo); para lo cual se identificaron 3 puntos (punto de la descarga, aguas arriba y aguas abajo), los datos resultantes fueron cotejados con estándares de calidad ambiental (ECAs) y límites máximos permisibles (LMPs). Complementariamente se encuestó a la población contiguo y los directamente afectados por este fluido, empleando el método mediante la matriz causa - efecto (método batallas). Los resultados obtenidos sobrepasaron los niveles de los ECAs y LMPs. Como conclusión se puede dictaminar un impacto negativo social de alta significancia.

RODRÍGUEZ (2016), señaló que la aplicación correcta de enzimas establecerá un líquido con mejores características, para lo cual la metodología aplicada para la determinación de data es de modo experimental. Los análisis del laboratorio permiten identificar la concentración de los contaminantes que se encuentren por debajo de los ECAs para el fluido categoría tres y los LMP para los efluentes de las PTAR. Los porcentajes de remoción logrado son: coliformes totales (99.83%), aceites y grasas (96.68%), sts (63.70%), dbo5 (93.88%), coliformes termotolerantes (99.90%) y dco (92.54%) y se concluye que la dosis óptima de enzimas y bacterias está en función de 0.21 mlg/L, la cual mejora el fluido tratado.

CASANOVA Y HUAMANÍ (2014), presentaron que la técnica empleada se basó en la identificación de los sectores de control en cada punto de vertimiento, señalando los caudales de 0,088 m³ /s y 0,066 m³ /s para los 2 sectores de vertimiento sobre la bahía de Chancay (nombrado PTO 2 y PTO 1) y en base a los parámetros fisicoquímicos: nivel de aceites y grasas (NAG), demanda biológica de oxígeno (DBO), concentración de coliformes fecales (CCF) y sólidos suspendidos totales (SST), y se establecieron las variables para el diseño de la propuesta de PTAR, describiéndolos a estos: 16 x 10⁴ NMP/100mL (CCF), 22 mg/L (NAG), 561 mg/L (DBO5) y 60 mg/L (SST); y mediante el tratamiento hídrico podrá obtener: 0,69 mg/L (NAG), 0,33 mg/L (SST) 10,89 mg/L (DBO5) y 1,3 x 10⁴ NMP/100mL (CCF).

CHIRINOS (2014), argumentó que una disminución en la dosificación de reactivos, tendrá un mejoramiento y optimización del sistema. Para explicar la hipótesis de investigación tuvo que tomar muestras de agua en la PTAR-

UNACEM para ser valoradas mediante pruebas de jarras (PJ), y finalmente obtener la óptima dosis de reactivos (coagulante y floculante), esto les permitió tener resultados favorables de eficiencia en el funcionamiento y calidad del efluente, reduciendo costos de mantenimiento y operación. Durante las PJ se añadieron los reactivos a dosis diferentes, encontrando la óptima dosis en 2 mL/L para el floculante (MT - 4285) al 0.05% y 3.5 mL/L del coagulante (MT-8834) al 5%.

BACA (2015), señaló que mediante la inyección de aire a la muestra del efluente, se redujo la presencia de grasas y aceites, logrando atrapar en la superficie de las burbujas de aire las (G y A), reduciendo un 64.17%, es decir: de 240 mg/L a 86 mg/L; para el caso de regular el pH, se utilizó neutralizante soda cáustica al 1 % (% en peso) para el efluente de pH ácido (4.7 unidades, encontrándose la dosis de 1.1 mUL), logrando un valor de 7.00 (incrementándose en un 49%); adicionalmente se utilizó dosis de coagulante MT - 8834 al 5% y de floculante MT - 4285 al 0.05% (% en peso) obteniendo los resultados siguientes: para la (DQO), de 234060 mg/L se redujo a 845.32 mg/L (reducción de 99.64%); para la (DBOs) de 76500 mg/L, se obtuvo VMA de 386.40 mg/L (reducción de 99.49 %); para los (SS) de 49.00 mUL/h se redujo a 6.00 ml/Uh (reducción de 86.8%); para los (SST) se logró una reducción del orden de 98.42%, es decir, de 4962 mg/L a 78.00 mg/L; dando como resultado un efluente idóneo para su desembocadura al sistema de alcantarillado.

HERRERA Y REYES (2017), mencionaron que, usando la tecnología de lodos activados, se pretende mejorar las propiedades de dicho fluido, teniendo en cuenta la posible disposición en reservorios, para ser empleado en los sectores colindantes esto tendría como objetivo reducir la escasez hídrica y ayudar a la población que vive principalmente de esta actividad. La data concluyente del estudio brinda un porcentaje de eliminación de contaminantes como: DQO y DBO₅ del fluido tratado en un 59%, 57% respectivamente, cuyos resultados se encuentran por debajo de los valores máximos admisibles.

FARFÁN (2015), describió que los efluentes residuales domésticas generan gran controversia al ser un problema actual, en la capital (Lima) sólo el 17% vienen siendo tratada, y de este volumen el 5% se aplica para utilización en otra actividad, también fundamentando que de un total de 2 300 US de agua destinada para el

riego, sólo 400 L/s provienen de las aguas residuales tratadas. Por esta razón, se evaluó la capacidad de eliminación biológica de la materia orgánica, a través de un reactor biológico secuencial a escala piloto, teniendo como enfoque la determinación de eficiencia del sistema para conseguir un fluido apropiado y su aplicación en riego de cobertura vegetal.

TECNOAQUA (2019), señalaron que se han investigado la generación de subproductos de la desinfección (DBP), trihalometanos y cloratos, durante la regeneración del fluido en diferentes estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) de la zona de Murcia. La desinfección con hipoclorito adiciona cloratos al agua y esto genera trihalometanos, siendo el principal subproducto el cloroformo. No se ha detectado la formación de ácidos haloacéticos ni percloratos. Aunque las concentraciones no son muy altas, se dan una serie de recomendaciones para disminuir la formación de estos compuestos, con el objetivo de mejorar el medio ambiente y la seguridad para la salud humana en la reutilización de aguas destinadas a hidratación agrícola.

REYES (2016), describió que la formación de trihalometanos (THM) y cloraminas, son peligrosos catalogados cancerígenos y son formadas en los procesos de desinfección de fluido residual, considerando por cada temporada cuatro muestras, así como la eficiencia de remoción en: sólidos totales y volátiles, coliformes fecales, amonio, cambios en pH, oxígeno disuelto, temperatura del agua y conductividad eléctrica. Adicionalmente se examinó la conducta de los factores (BDO5, pH, flujo de agua, cloro aplicado, temperatura) que fueron determinantes en la formación de dichos compuestos con data de tres periodos anuales de la PTAR-ote donde la temperatura fue el componente con variación estadísticamente significativa durante el periodo anual, finalmente para saber su influencia, se instauraron cinéticas de remoción y formación de THM y cloraminas a nivel laboratorio, empleando tres temperaturas (20, 25 y 30°C), agua residual de la PTAR-ote y 20 mg/L de NaClO.

AGUILAR ASCÓN, E. (2017), informó que el cloro es un importante biocida, pero no se emplea de forma adecuada. En algunos casos, se realiza una sobredosificación y estudios recientes demuestran que al contacto con el agua generan subproductos, que son nocivos para el medio ambiente y la salud. Esta investigación tuvo como objetivo remover microorganismos patógenos presentes

en aguas residuales en condiciones reales, aplicando el proceso de electrocoagulación sin la necesidad de utilizar cloro, permitiendo la disminución de este producto en las unidades de post tratamiento. Se propone determinar cómo influyen y se relacionan las variables (tiempo, pH e intensidad de corriente) en la eficacia del proceso de electrocoagulación al remover *Escherichia coli* y establecer variables óptimas de operación del reactor de electrocoagulación para la remoción del mismo parámetro.

ISIDRO Y ZAMBRANA (2019), describieron que se planteó el diseño conceptual y el dimensionamiento de un tren de tratamiento, el cual consta de diferentes procesos; pre-tratamiento (rejillas, desarenador, canal Parshall, desgrasador), tratamiento primario (decantador primario), tratamiento secundario (tanque de aireación y decantador secundario), tratamiento terciario (tanque de cloración y el uso final del agua residual tratada en riego agrícola, la implementación de esta planta busca una incidencia positiva en los índices de salud de la población, evitando la contaminación continua del suelo, cuerpos de agua y medio ambiente.

Sobre el cloro residual, se describe que es el remanente del cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta. (Acquatecnología peru). Existen subproductos generados por el proceso de cloración, esta se considera como una desventaja trascendente debido a su toxicidad. Esto es un fenómeno investigado por un periodo de tiempo prolongado y se remonta desde los años 70, hallando subproductos como halógenos orgánicos disueltos, los trihalometanos, las cloraminas y ácidos haloacéticos, que a su vez son potencialmente cancerígenos en concentraciones menores de 0.1 mg/L. Los ecosistemas que actúan como receptores de este efluente, podrían sufrir gran impacto debido a estos compuestos. (Gordillo, 2013).

Sobre el compuesto de hipoclorito de sodio (NaOCl), se puede aplicar en líquidos para su desinfección; debido a su practicidad es altamente empleado en el tratamiento de aguas, el cual conlleva la mitigación de olores, blanqueamiento, purificación de superficies y eliminación de agentes patógenos presentes en el agua. (Lenntech)

Sobre la dosis óptima, sostengo que es la aplicación del compuesto de forma controlada y bajo intervalos de tiempo acorde a la necesidad presentada. (Auditoria Propia)

Sobre las aguas residuales, es el fluido resultante de las zonas urbanas, proveniente de las actividades domésticas (aguas residuales domésticas) o la interacción de estas con efluentes derivados de actividades agrarias, comerciales e industriales, formadas en el centro urbano. (Jaume, 2011)

Sobre la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, es el espacio predispuesto donde se realiza el mejoramiento de la calidad del agua, mediante procesos físicos, biológicos y químicos; los mismo que son denominados operaciones y procesos unitarios respectivamente (Metcalf & Eddy, 1995), este desarrollo tiene como objetivo la eliminación de agentes contaminantes predispuestos en el fluido residual. (Rengel, 2000)

Sobre el tratamiento primario, es el primer proceso en la línea de tratamiento, donde se pueden retirar los residuos sólidos de dimensiones variables, esta aplicación se logra dar de forma mecánica o física dependiendo de factores complementarios. (JUAN CARLOS MELO LUNA JEIRSON ANDRES ORJUELA GUERRERO, 2016)

Sobre el tratamiento secundario, es el tratamiento aplicado para la remoción de agentes contaminantes, mediante aplicativos biológicos que permiten eliminar las sustancias orgánicas biodegradables en suspensión o disueltas. El tratamiento secundario igualmente es efectivo en la eliminación de nitrógeno. (LADY JOHANA GALEANO NIETO VIVIAN DANIELA ROJAS IBARRA, 2016)

Sobre el tratamiento terciario, constituye el último proceso en tratamiento de aguas residuales, en la cual se considera la eliminación de sólidos suspendidos, carga orgánica y DBO. Uno de sus vitales objetivos es obtener agua de calidad, la misma que cumpla con las normas establecidas en base al uso posterior que se aplique (tratamientos de regeneración para reutilización) o solamente para vertimiento a un cuerpo receptor bajo ciertas concentraciones paramétricas apropiadas. (LOPEZ PONTE WILDER MICHEL, 2019)

Sobre los procesos operacionales de una PTARD, estas están contemplados en diversos factores que se emplean para la remoción de contaminantes del fluido; por ello, la depuración prefabricada de fangos activos con la variante de aireación prolongada para el tratamiento de un caudal diario de 40m³/d, es la aplicación directa. La depuradora será apta para su instalación en enterrada, compacta, preensamblada y en PRFV (Wet chemical, 2016). La línea de tratamiento se contempla:

- Reja de Desbaste
- Separador de Grasas
- Cisterna Pulmón - Ecuilizador
- Reactor Biológico de Oxidación
- Tanque de Cloración
- Bomba dosificadora de Hipoclorito de Sodio
- Canal Parshall

Sobre la reja de desbaste, las plantas de tratamiento de aguas residuales contemplan como primera operación unitaria rejas de desbaste. Para lo cual tiene como diseño rejas con espaciamentos de tamaño uniforme, empleado para retener sólidos de diversos tamaños (Wet chemical, 2016)

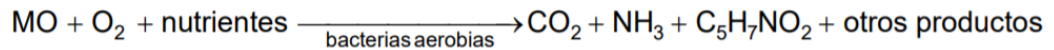
Sobre el separador de grasas, su principio de funcionamiento se aplica de forma natural, como las materias grasas y el agua tienen pesos específicos diferentes, entonces éstos al tenerlos en reposo en el depósito se produce una separación. (Wet chemical, 2016)

Sobre la cisterna pulmón – ecualizador, es un reservorio donde se almacena el fluido crudo y se aplica la homogenización y la PRE aireación, cuyo principal objetivo es brindar un caudal apropiado acorde al diseño establecido para el desempeño de lodos activados. (Quiroz, 2009)

Sobre el reactor biológico de oxidación, es un compartimiento de oxidación, donde el método utilizado es de larga aireación. Este proceso actúa en la etapa de respiración endógena de la curva de crecimiento; por ello, se requiere un prolongado tiempo de aireación y una carga orgánica limitadamente baja. Este componente de eliminación es aerobio; por lo cual, los microorganismos asimilan el oxígeno disuelto estableciendo un proceso de biodegradación de la materia orgánica. (Wet chemical, 2016)

Sobre la aireación, este proceso se pone en contacto directo el líquido de tratamiento con el aire, para variar las concentraciones de compuestos volátiles comprendidas en ella. La principal función en el proceso de mejoramiento del fluido es abastecer mezcla y oxígeno para el tratamiento biológico aeróbico. (ROMERO, 2002)

Sobre los lodos activados, es un proceso de tratamiento biológico de residuales fluidos en contexto aeróbico químico. (ROMERO, 2002)



Sobre la purga de fangos, es un sistema de extracción de fagos excedentes, la cual sirve para controlar los microorganismos presentes en el reactor biológico, este accionar se realiza periódicamente para que el proceso de oxidación de la orgánica materia se realice de manera óptima. (Auditoría Propia)

Sobre la bomba dosificadora de hipoclorito de sodio, en prácticos términos, purificar el agua conlleva la eliminación de microorganismos capaces de generar enfermedades. El proceso de desinfección se puede aplicar mediante equipos sistematizados, los cuales mejoran y controlan las dosis requeridas para el proceso de tratamiento (Barrenechea y De Vargas, 2004)

Sobre el tanque de cloración, es un espacio de almacenamiento hídrico temporal, donde ocurre la cloración como último proceso del tratamiento de aguas residuales domésticas. (Auditoría Propia)

Sobre el canal parshall, es una estructura civil, destinado para la medición de caudal de forma directa. El canal dispone de una regla graduada en milímetros, la cual mediante conversión se conocerá el caudal de agua en l/s. (Wet chemical, 2016).

Para este proceso se deberá aplicar la siguiente fórmula para deducir el caudal de agua. $Q = C.(Ha)^n$. Para el canal Parshall de 1" la $C = 0,001320$ y la $n=1,55$ con lo que la ecuación queda: $Q= 0,001320. (Ha)^{1,55}$ **Ha** es la altura del agua en milímetros el **Q** es en l/s

Sobre los macroinvertebrados acuáticos, la finalidad de los monitoreos biológicos y la determinación de índices, está directamente relacionada a determinar las variaciones ecosistémicos de manera antropogénica o natural que pueda presentarse. Esta data deberá ser factible para interpretar y medir estas variaciones y por lo tanto estas deberán de brindar respuestas predecibles y específicas de las comunidades bióticas a todo tipo de perturbación (Karr y Chu 1997)

Sobre los ecosistemas lóticos altoandinos, se describe que los ríos son ecosistemas dinámicos que presentan asociación a espacios de constante transporte, sedimentación de materiales y erosión; establecidos por un variable continua e unidireccional que traslada una cantidad enorme de nutrientes, los cuales

enmarcan una producción de los continentes que tiene como resultante la evacuación a los océanos. (Roldan y Ramírez 2008)

En base a todo ello; en el presente trabajo de investigación presenta el problema general siguiente ¿Cómo resulta la medición de cloro residual en el agua del río Torres proveniente de planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la Mina Santa Luisa – Ancash 2019? y los problemas específicos como: ¿Cuál es la dosis óptima de hipoclorito de sodio que presente bajos niveles de contaminación por cloro residual en el agua del río Torres?, ¿Cuál es la propiedad Físico - Química de hipoclorito de sodio que influye en la formación de cloro residual en el agua del río Torres ? y ¿Cuál es la característica operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que de influye en la generación de cloro residual en el agua del río Torres?

La justificación ambiental del trabajo buscó comprobar las buenas prácticas ambientales que mantiene la Minera Santa Luisa en correlación con el medio ambiente y el uso de los recursos naturales, específicamente con fuentes hídricas. Razón por la cual, se pretendió evaluar los componentes del fluido antes y después del tratamiento empleado en sus instalaciones. Todo el enfoque de análisis tuvo la facultad de prescribir cómo reaccionan los ecosistemas ante la descarga de aguas residuales tratadas. Es importante señalar que la descarga de líquidos con altas concentraciones de contaminantes altera la composición física, química y biológica de los cuerpos receptores de agua; tomando en cuenta estos parámetros, se busca determinar que los efluentes vertidos mantienen características aceptables y estas a su vez no sean de gran impacto. Otro enfoque y justificación social, se da porque durante muchos años la Compañía Minera Santa Luisa, presentaba malas prácticas ambientales, vulnerando las condiciones óptimas del cuerpo de agua colindante a sus operaciones mineras. La contaminación trajo consigo el rechazo de la población del Distrito de Huallanca hacia la empresa. Durante ese periodo, la compañía implementó el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (**PAMA**), mejorando visiblemente el cuerpo de agua. Sin embargo, y pese a todos los esfuerzos realizados; hoy en día aún existe la poca certeza de que se vengán haciendo acciones apropiadas en favor del medio ambiente. Estas son las razones que servirán como fundamento para la presente investigación, la cual permitirá saber y apoyar la posición de la población o tomar

en cuenta que las mejoras ambientales están dentro de los parámetros establecidos por la legislación peruana en materia ambiental.

De acuerdo a ello, el trabajo de investigación presentó el objetivo general siguiente: evaluar la medición de cloro residual en el agua del río torres proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la mina santa luisa mediante los macroinvertebrados y los objetivos específicos como: evaluar la dosis óptima de hipoclorito de sodio que presente bajos niveles de contaminación por cloro residual en el agua del río Torres, determinar la propiedad físico - química de hipoclorito de sodio que influye en la contaminación por cloro residual en el agua del rio torres y establecer la característica operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que determina la generación de cloro residual en el agua del rio torres.

De esta manera se pretende verificar la hipótesis general siguiente, la medición de cloro residual en el agua del río torres proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas es elevada y las hipótesis específicas como: la dosis óptima de hipoclorito de sodio será de 35 ml/L y tiene como resultante bajas concentraciones de cloro residual en el agua del río Torres, la propiedad físico - química del hipoclorito de sodio no influye en la contaminación por cloro residual en el agua del río torres y la característica operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas influye en la contaminación por cloro residual en el agua del río torres.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación llevada a cabo, es de diseño experimental, debido a que buscó explicar la relación entre causa – efecto para los patrones a evaluar; este accionar se da mediante un sometimiento de las variables, en condiciones conocidas y controladas para observar los resultados. (Cerde, 2000). Además, se consideró aplicada porque se realizó en base a conocimientos teóricos y métodos de investigaciones previas, las cuales pudieron permitir la base procesal y la determinación correcta de hipoclorito de sodio para la determinación de cloro residual después del proceso en la planta de tratamiento de aguas residuales (Niño, 2011), la investigación se consideró probabilístico aleatorio simple debido a que se pretende dar las mismas condiciones a todas las muestras y finalmente correlacional, puesto que las dos variables mantuvieron relación directa y dependiente en función a la otra variable.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población de la unidad de análisis estuvo correlacionado a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y al volumen de agua que transcurre por todo su proceso, que es equivalente a 40m³/d.

2.2.2. Muestra

Para el trabajo de investigación se realizaron tomas de muestras en función a los volúmenes requeridos para cada parámetro de medición, las cuales estuvieron dadas por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS) dentro del escrito: protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. De acuerdo a lo señalado, se extrajo 34.5 litros de agua residual.

Muestreo

El muestreo se llevó a cabo en 02 ubicaciones correlacionadas a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, para ello se tomaron criterios establecidos por los organismos competentes y tuvieron como referencia el fluido afluente y efluente del tratamiento. Se procedió con la extracción de muestra (agua residual) mediante un recipiente limpio de forma manual, y posteriormente se dispuso volúmenes apropiados acorde a los parámetros de evaluación, en recipientes de plástico. Las muestras simples del afluente y efluente presentaron un intervalo de tiempo aproximado de 40 minutos y ambas ubicaciones serán delimitadas mediante coordenadas UTM

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.3.1. Técnicas

El procedimiento que se empleó durante todo el proceso de investigación estuvo dado por técnicas de observación.

Monitoreo visual

Tuvo la finalidad de proporcionar información global del sistema de tratamiento y sus diversos componentes que interactúan de forma directa para la desinfección y remoción de componentes.

2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Se mantuvo fichas de custodia para todos datos obtenidos en campo y complementariamente fichas realizadas bajo auditoría propia (Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4)

2.3.3. Validez y confiabilidad

Los documentos empleados para la custodia de información fueron validados por profesionales con conocimiento en el tema de investigación, procesos constructivos, procesos operacionales y remediación ambiental.

La Tabla 1, muestra la validación de los expertos que realizan a las fichas de custodia y el porcentaje de validez obtenida por cada uno de ellos.

Tabla 1: Validación de Expertos

Nº	Experto	Especialidad	CIP	% de Validez
01	Verónica Tello Mendivil	Ing. Química	98633	88
02	Eusterio Horacio Acosta Suasnabar	Ing. Química	25450	89
03	César Jiménez Calderón	Ing. Química	42355	86.5
04	Alexandra Soriano Maldonado	Ing. Química	34789	94

2.4. Metodología del experimento

2.4.1. Ubicación

Los diversos parámetros analíticos fueron realizados en el laboratorio, los mismos que contemplaron la data, para la resultante en este estudio de investigación. A continuación, serán descritos de forma clara:

2.4.1.1. Laboratorio analítico de la universidad cesar vallejo lima - norte

Análisis complementarios de los diversos parámetros físico – químicos y biológicos (macroinvertebrados) para el estudio de investigación, se analizaron en las instalaciones del Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo Lima – Norte, ubicado en Av. Alfredo Mendiola 6232 Panamericana Norte – Los Olivos.

2.4.2. Periodicidad

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el tercer trimestre del presente periodo anual, donde se evaluaron si los componentes ambientales y el ciclo hidrológico determinan los volúmenes de tratamiento de aguas residuales domésticas, esta actividad estuvo fundamentada en el mes de octubre.

2.4.3. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron fundamentados mediante las tres dosis de hipoclorito de sodio y su aplicación directa en el proceso de desinfección del fluido. (Anexo 1, Anexo 2)

T1: Dosificación de 35 ml/L de hipoclorito de sodio.

T2: Dosificación de 40 ml/L de hipoclorito de sodio.

T3: Dosificación de 45 ml/L de hipoclorito de sodio.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Procedimiento aplicado al fluido (agua residual)

- Ubicación del experimento

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de la minera Santa Luisa ubicada en el departamento de Ancash, provincia de Bolognesi, distrito de Huallanca. Altitudinalmente entre los 3900 y 4400 m.s.n.m.; entre las coordenadas 8 906 500 N a 8 912 000 N y 276 500 E a 281 000 E.

- Preparación de equipos y materiales

Las acciones inmediatas que se realizaron se vieron correlacionadas a la preparación de materiales para la toma de muestra y la verificación óptima de los equipos de campo (GPS, pH-metro y cámara fotográfica), los mismos que sirvieron para la demostración y la formación de evidencias claras para este proceso de investigación.

- Acciones de trabajo

○ Ubicación de la toma de muestras

Para este procedimiento, se empleó el GPS, la misma que sirvió para posicionar los 02 puntos de muestro correspondiente al afluente y efluente del líquido en este proceso de tratamiento, estas ubicaciones fueron accesibles y claramente visibles. Complementariamente estos datos, la información fue registrada en fichas para su fácil comprensión y entendimiento.

○ Medición de parámetros de campo

Habiendo identificado los puntos de muestreo (afluente y efluente), se procedió a determinar la medición de los parámetros de pH y temperatura, acompañado por el caudal del fluido crudo y tratado.

○ Extracción de líquido para toma de muestras

Consiguientemente se obtuvieron volúmenes de agua en botellas de plástico y vidrio de acuerdo a los diversos parámetros de medición, los mismos que fueron en el afluente y efluente del tratamiento.

- **Rotulación y almacenamiento**
Todas las muestras tomadas de la unidad de análisis (planta de tratamiento de aguas residuales domésticas), fueron rotuladas para el análisis respectivo. Culminado el proceso de rotulación, las muestras fueron dispuestas en una caja de almacenamiento térmica con refrigerante (ice pack), esto con la finalidad de preservar adecuadamente el líquido analítico.
- **Traslado**
Todas las muestras rotuladas y dispuestas apropiadamente, fueron trasladadas de forma segura y dentro del plazo establecido para cada parámetro de medición, con la finalidad de garantizar los resultados.

2.5.2. Procedimiento aplicado a la fauna acuática

- Ubicación del experimento

Para el análisis biótico de macroinvertebrados se dispuso las instalaciones del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, las mismas que sirvieron para un análisis claro de las familias encontradas durante la experimentación del presente trabajo de investigación. Dentro de lo señalado esta aplicación estuvo predispuesta por indicadores bióticos y se valorizarán las familias en función a los índices: Índice Biótico Andino (ABI) y Biological Monitoring Working Party (BMWP)

- Acciones de trabajo

- **Ubicación de la toma de muestras**
La toma de muestras estuvo correlacionada al “método de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas” direccionada por el ministerio del ambiente, la misma que fue realizada antes y después del efluente del agua residual. Esta acción sirvió como método comparativo para la presente investigación, determinando la presencia o ausencia de los macroinvertebrados.
- **Método de toma de muestra**
Para la toma de muestras se realizó un barrido lateral al cauce del río porque la temporada de precipitación no permitió conseguir muestras de la parte central de cuerpo de agua (río), esta toma de muestra se

llevó a cabo mediante el uso de una red tipo “d” durante 60 segundos, y cubriendo un área de 1/3 de metro cuadrado por punto, esta dinámica permite brindar información de la abundancia y diversidad por unidad de área (Roldan, 1996).

- **Rotulación y almacenamiento**

Todas las muestras tomadas en el cuerpo de agua (río Torres), fueron almacenadas en recipientes de vidrio, previamente rotuladas y con predisposición de alcohol etílico al 70% para las muestras de macroinvertebrados. Culminado el proceso de rotulación, las muestras permanecieron en una caja de almacenamiento térmica con refrigerante (ice pack), esto con la finalidad de garantizar la temperatura correcta.

- **Traslado**

Todas las muestras rotuladas y dispuestas apropiadamente, fueron trasladadas de manera segura para su posterior análisis, cumpliendo con los estándares básicos establecidos por el Ministerio del Ambiente, con la finalidad de garantizar los resultados.

2.5.3. Parámetros de evaluación

2.5.3.1. Parámetros físico – químicos del fluido

Los parámetros de evaluación contemplados en el presente estudio de investigación, estuvieron correlacionados a indicadores establecidos por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS) dentro del escrito: protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. Estos parámetros de evaluación brindaron un panorama claro en relación a la calidad hídrica del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.5.3.2. Parámetros operacionales de la planta de tratamiento de aguas residuales

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que actualmente se encuentra en prueba piloto, presentó ciertas características operacionales que determinaron la evolución del fluido, los procedimientos permitieron reducir las concentraciones no favorables y buscaron dar como resultado un fluido dentro de los límites máximos permisibles. Por estas razones, la evaluación de parámetros está dado en función a los siguientes componentes:

- Carga Orgánica Volumétrica
- Capacidad Volumétrica
- Retención Hidráulica
- Propiedades Físico – Químicas del hipoclorito de sodio

2.5.3.3. Parámetro biológico acuático

Los parámetros de evaluación estuvieron correlacionados a la identificación de familias de macroinvertebrados para indicador de calidad de la cuenca, producto de ello, se evaluaron factores de vida acuática antes y después del vertimiento.

2.5.4. Análisis físico - químicos y microbiológicos

Los parámetros de medición fueron analizados según el Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992, APHA-AWWA-WEF (2012)5210B, SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017), SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method, APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B, APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B, SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total, Suspended, Solids Dried at 103-105°C; y para los parámetros microbiológicos según: Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed y Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.

2.5.5. Valoración taxonómica

La determinación de familias de los diversos individuos acuáticos se llevó a cabo bajo índices bióticos que predispusieron resultados claros para el este estudio; en tal sentido, se empleó data existente en revistas, libros y el juicio de expertos para la determinación de géneros, especies y familias de los macroinvertebrados.

2.6. Aspectos éticos

El trabajo de investigación respetó la auditoría de las investigaciones consultadas, también los datos obtenidos fueron veraces durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación, es importante señalar que se respetó el reglamento de investigación de esta casa de estudios, el cual estuvo contemplada en la resolución rectoral 0089-2019/UCV. Finalmente, el trabajo fue verificado mediante el software túrnitin para resultar y evitar el plagio en todo su ámbito.

III. RESULTADOS

3.1. Características físico – químicas del hipoclorito de sodio

Los resultados de las características físico químicas del hipoclorito de sodio se presentan en la Tabla 2, esta está en función del fabricante y a la dosis recomendada. También se observa que la solubilidad en el agua es al 100% o solubles completos y que la concentración es del 7.5 %., resultados que se corroboraron en el agua.

Tabla 2: Propiedades físico - químicas del hipoclorito de sodio.

Muestra	Propiedades físico - químicas del hipoclorito de sodio	
	Solubilidad en el agua	Concentración de solución
1	100 %	7.5%
2	100 %	7.5%
3	100 %	7.5%

3.2. Características físicas, químicas y biológicas del agua (afluente)

Las características físicas, químicas y biológicas del agua y materia de análisis se presentan en la Tabla 3, señalando los resultados obtenidos para cada parámetro y sirviendo como indicador de valores iniciales del agua residual antes de su tratamiento.

Tabla 3: Resultados de las características del agua inicial

	Características Físicas del Agua - Afluente			Características Químicas del Agua – Afluente				Características Biológicas del Agua - Afluente	
	Temperatura (C°)	Turbidez (NTU)	Sólidos Totales (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	Aceite y Grasa (mg/L)	DBO5 (ml/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes Totales (NMP/100mL)
R1	12.5	58.3	286	402	6.21	94.3	319	2.5 E + 04	4.8 E + 05

3.3. Características físicas químicas y biológicas del agua (efluente)

Los resultados serán detallados individualmente a continuación para mejor entendimiento y comprensión.

3.3.1. Características físicas

La tabla 4 muestra los resultados obtenidos, después del análisis realizado en el laboratorio, y muestra datos para la temperatura, turbidez y sólidos totales y para mejor entendimiento se describirán de forma independiente a continuación.

Tabla 4: Resultados de los parámetros físicos analizados al agua – efluente

	Características físicas del agua – efluente								
	Temperatura (C°)			Turbidez (NTU)			Sólidos totales (mg/L)		
Dosis de hipoclorito de sodio	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L
R1	12.2	12.2	12.3	75.5	77.2	79.7	208	178	139
R2	12.3	12.2	12.3	73.8	74.6	77.4	200	175	136
R3	12.2	12.2	12.3	71.2	78.1	79.1	205	173	133

3.3.1.1. Temperatura

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 5 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos sean diferentes en relación a la temperatura y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey, con la hipótesis descrita

Hipótesis: Ho: T1 = T2 = T3

Ha: al menos uno es diferente

Tabla 5: Análisis de varianza anova para la temperatura de tratamientos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	0.01555556	0.00777778	7.00	0.0270
Error	6	0.00666667	0.00111111		
Suma Total	8	0.02222222			

Coefficiente de variabilidad: 0.272232

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 6 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes), por otro lado, nos indica que el tratamiento 3 es el que presenta mayor temperatura.

Tabla 6: Prueba de contraste de tukey para la temperatura de tratamientos

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	12.30000	T3
B A	12.23333	T1
B	12.20000	T2

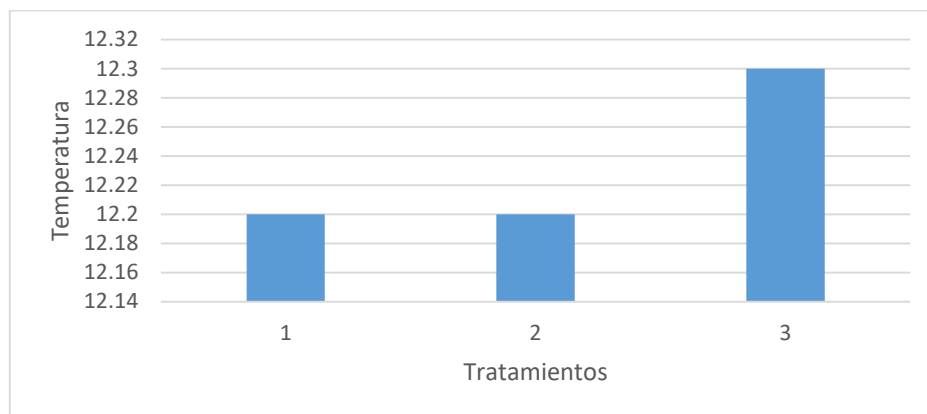


Figura 1: Temperatura según tratamientos obtenido en campo

La figura 1 mostró que para el tratamiento 1 y 2, las temperaturas mantienen mismos valores y existe una variación mínima obtenida para el tratamiento 3, siendo este 12.3 °C.

3.3.1.2. Turbidez

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 7 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos sean diferentes en relación a la turbidez y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey, con la hipótesis descrita.

Tabla 7: Análisis de varianza anova para la turbidez

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	41.61555556	20.80777778	6.63	0.0302
Error	6	18.83333333	3.13888889		
Suma Total	8	60.44888889			

Coefficiente de variabilidad: 2.322345

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 8 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, existe similitud entre el tratamiento 3 y 2, finalmente señalando que la menor turbidez se da con el tratamiento 1.

Tabla 8: prueba de contraste de tukey para el parámetro de turbidez

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	78.733	T3
B A	76.633	T2
B	73.500	T1

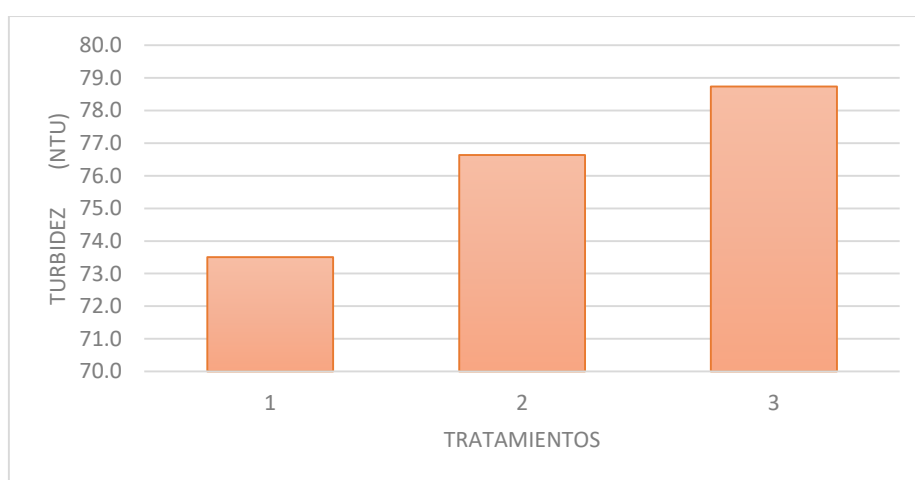


Figura 2: Turbidez obtenida durante los tratamientos aplicados

La figura 2, mostró que la aplicación del primer tratamiento presenta menor valor para turbidez, siendo el tratamiento 3 el menos eficiente para ese parámetro.

3.3.1.3. Sólidos Totales

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 9 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos sean diferentes en relación a los sólidos totales y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 9: análisis de varianza anova para sólidos totales

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	7057.555556	3528.777778	334.31	<.0001
Error	6	63.333333	10.555556		
Suma Total	8	7120.888889			

Coefficiente de variabilidad: 1.890135

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 10 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); señalando una disminución de valores para el tratamiento 3.

Tabla 10: Prueba de contraste tukey para sólidos en Suspensión

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	204.333	T1
B	175.333	T2
C	136.000	T3

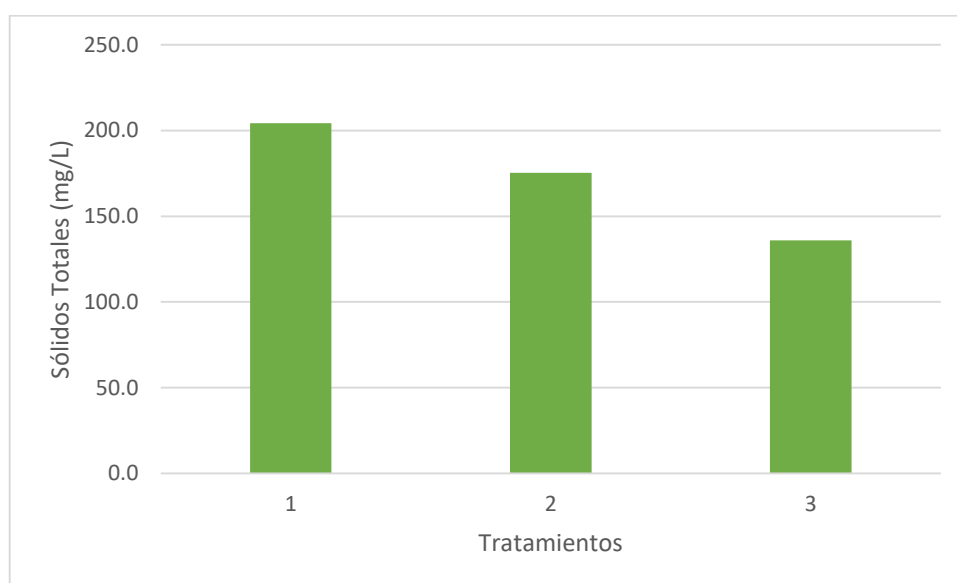


Figura 3: Valores obtenidos al final de tratamiento para sólidos totales

La figura 3, señala los valores obtenidos al final de tratamiento, evidenciándose que el más eficiente dentro de los aplicados es el tratamiento 3 con una dosis de 45 ml/L de hipoclorito de sodio.

3.3.2. Características químicas del agua (efluente)

La tabla 11 muestra los resultados obtenidos después del tratamiento mediante hipoclorito de sodio al 7.5%, considerándose los parámetros de: pH, dco, materia orgánica, dco5 y aceites y grasas.

Tabla 11: Resultados del análisis químico del efluente tratado

Características Químicas del Agua - Efluente															
	DQO (mg/L)			pH			M.O. (mg/L)			Aceite y Grasa (mg/L)			DBO5 (ml/L)		
Dosis de hipoclorito de sodio	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L
R1	308	238	141	6.66	6.65	6.21	41.6	34.05	25.7	55.2	34.1	14.3	246	173	98
R2	317	235	145	6.68	6.72	6.26	48.2	34.17	24.4	53.2	35.1	15.6	251	176	95
R3	305	241	140	6.71	6.81	6.23	45.7	35.07	24	53.1	29	14.1	250	181	93

3.3.2.1. DQO

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 12 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos sean diferentes en relación a la demanda química de oxígeno y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 12: Análisis de varianza anova de dqo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	42624.00000	21312.00000	1162.47	<.0001
Error	6	110.00000	18.33333		
Suma Total	8	42734.00000			

Coefficiente de variabilidad: 1.861628

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 13 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); señalando una disminución de valores para el tratamiento 3, siendo este el mejor.

Tabla 13: Prueba de contraste tukey para el parámetro dqo

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	310.000	T1
B	238.000	T2
C	142.000	T3

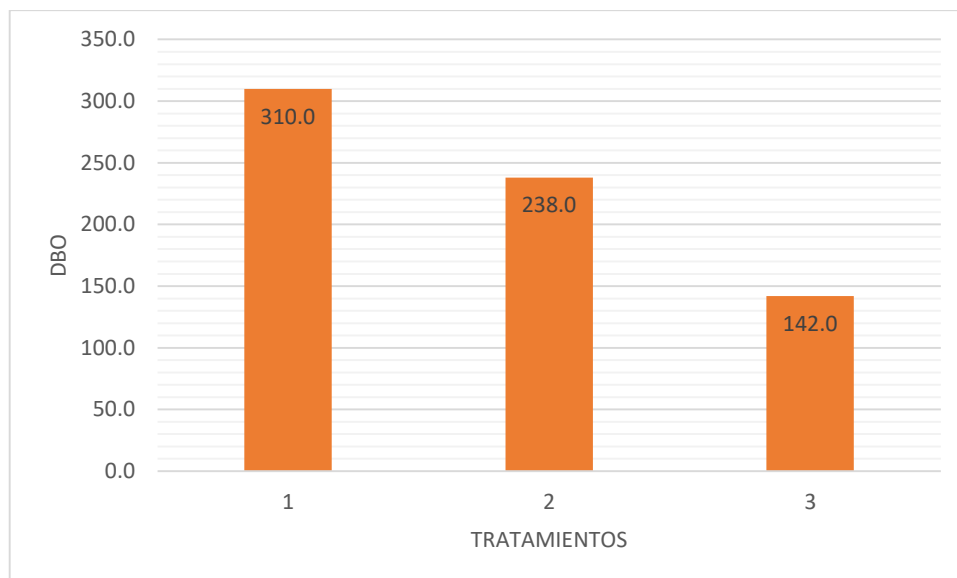


Figura 4: Resultados para la demanda química de oxígeno

La figura 4, mostró que el tratamiento 1 es el menos eficiente y los valores de DBO son elevados en comparación con el tratamiento 3, siendo este último el más óptimo.

3.3.2.2. pH

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 14 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación al pH y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 14: Análisis de varianza anova para pH.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	0.44775556	0.22387778	87.23	<.0001
Error	6	0.01540000	0.00256667		
Suma Total	8	0.46315556			

Coefficiente de variabilidad: 0.773732

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 15 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 1 y 2 son considerados iguales y de acuerdo a los valores el tratamiento 2 tendría mejores resultados.

Tabla 15: Prueba de contraste Tukey para el parámetro de pH

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	6.72667	T2
A	6.68333	T1
C	6.23333	T3

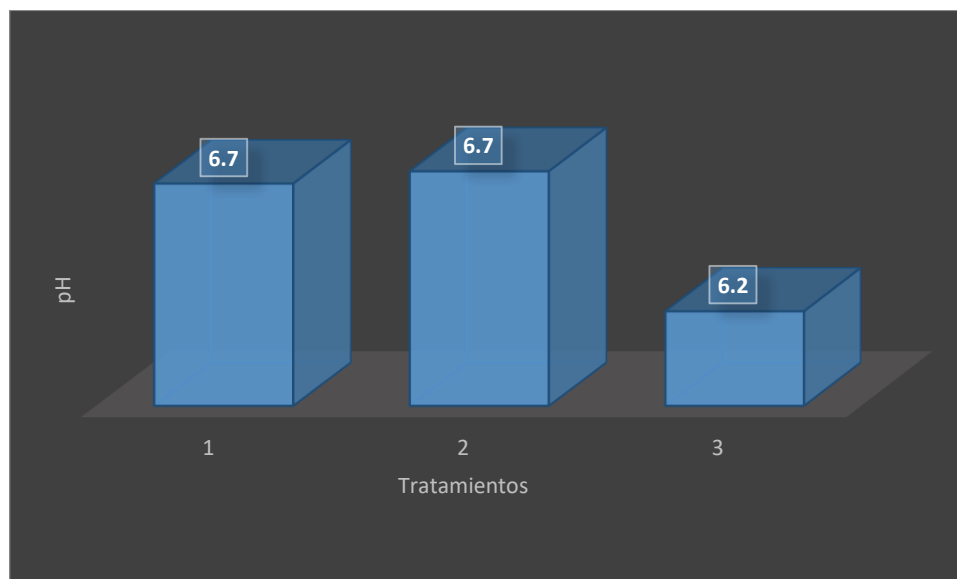


Figura 5: Valores de pH

La figura 5, mostró los valores de pH obtenidos durante la toma de muestras de campo, evidenciando que el tratamiento 3, presenta un valor de 6.2 para pH, siendo el menos adecuado.

3.3.2.3. Aceite y Grasa

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 16 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación a los aceites y grasas y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 16: Análisis de varianza anova para el parámetro de aceites y grasas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	2303.593756	1151.796878	274.78	<.0001
Error	6	25.150533	4.191756		
Suma Total	8	2328.744289			

Coefficiente de variabilidad: 6.067903

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 17 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 3 se evidencia menos presencia de aceites y grasas, considerándose por este motivo más efectivo.

Tabla 17: Prueba de contraste tukey para aceites y grasas

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	53.817	T1
B	32.740	T2
C	14.667	T3

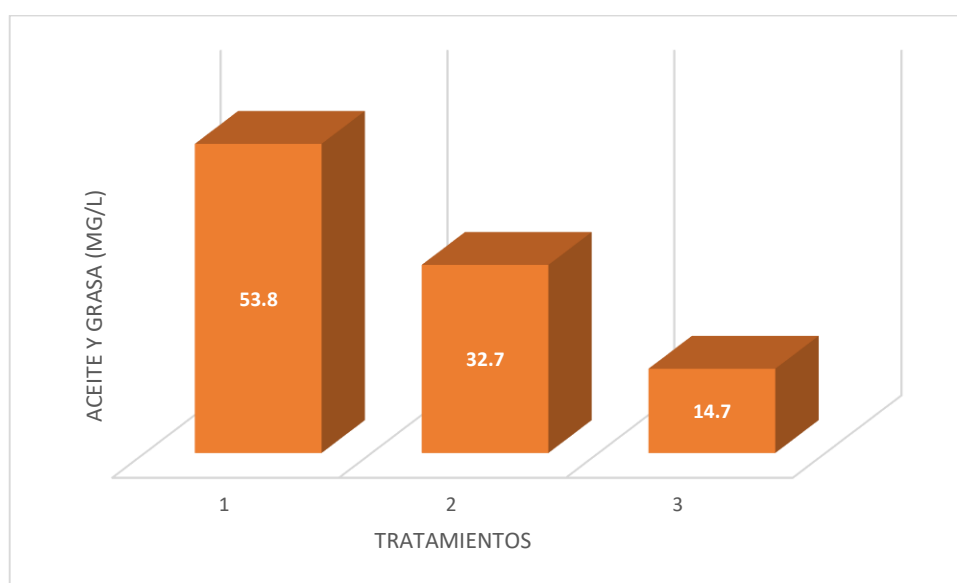


Figura 6: Valores para aceites y grasas

La figura 6, mostró los valores obtenidos para la remoción de aceites y grasas, siendo el de mayor cantidad de remoción el tratamiento 3 con una dosis de 45 ml/L de hipoclorito de sodio al 7.5%.

3.3.2.4. Materia Orgánica

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 18 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación a la materia orgánica y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 18: Análisis de varianza anova para materia orgánica.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	628.8333556	314.4166778	77.29	<.0001
Error	6	24.4082667	4.0680444		
Suma Total	8	653.2416222			

Coefficiente de variabilidad: 5.801545

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 19 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 3 se evidencia como más efectivo para este tipo de parámetro.

Tabla 19: Prueba de contraste Tukey para M.O.

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	45.167	T1
B	34.430	T2
C	24.700	T3

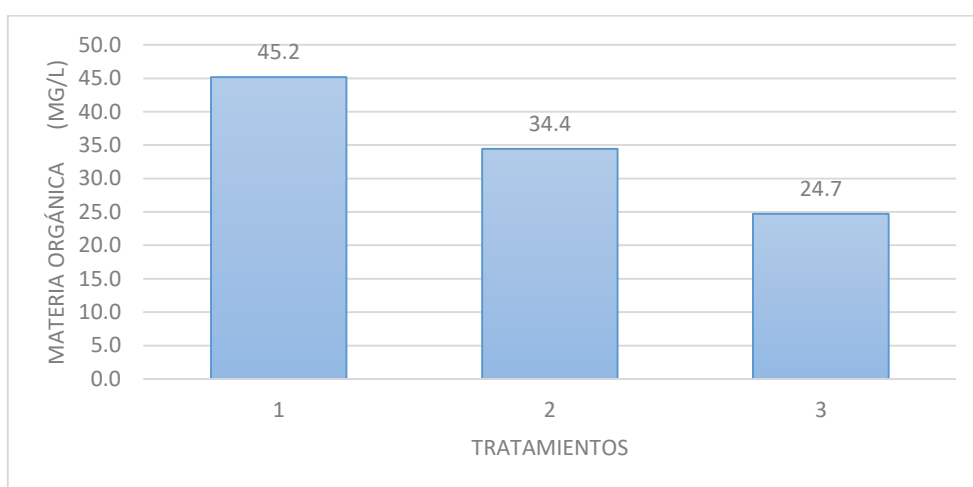


Figura 7: Valores de materia orgánica obtenidos en el efluente

La figura 7, mostró los resultados obtenidos mediante los procesos de tratamientos, determinando que para el tratamiento 1 existe mayor materia orgánica, para el tratamiento 2 existe 34.4 mg/L de materia orgánica y finalmente el tratamiento 3 es el que presenta mejores resultados, siendo este último el más recomendado.

3.3.2.5. DBO₅

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 20 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación a la demanda bioquímica de oxígeno y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 20: Análisis de varianza anova para dbo5

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	35460.66667	17730.33333	1792.96	<.0001
Error	6	59.33333	9.88889		
Suma Total	8	35520.00000			

Coefficiente de variabilidad: 1.810745

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 21 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 3 se evidencia como más efectivo para este tipo de parámetro.

Tabla 21: Prueba de contraste tukey para dbo5

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	249.000	T1
B	176.667	T2
C	95.333	T3

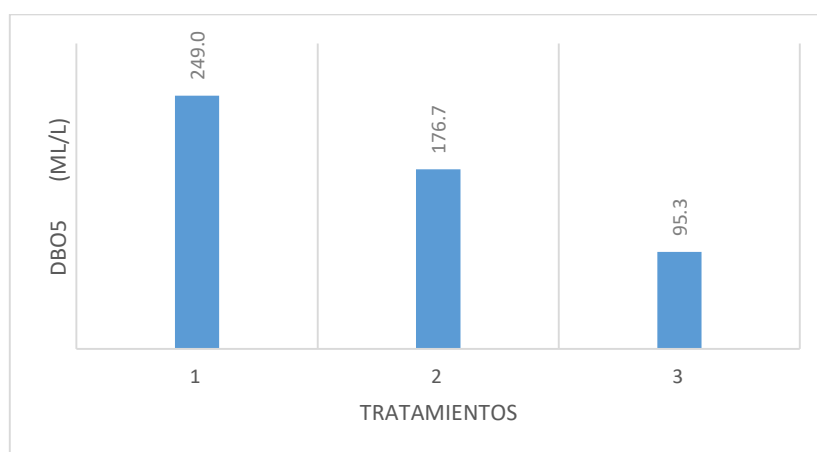


Figura 8: Valores para la demanda bioquímica de oxígeno

La figura 8, mostró que el tratamiento 3 con 45 ml/L de hipoclorito de sodio al 7.5% presenta mejores resultados para el parámetro de DBO₅. Considerándose este como óptimo, ya que el valor obtenido fue 95.3 mg/L.

3.3.3. Características biológicas del agua (efluente)

La Tabla 22, muestra los valores obtenidos durante las tres repeticiones y las tres dosis aplicadas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, considerándose los parámetros biológicos.

Tabla 22: Características biológicas del efluente

Características biológicas del agua - efluente						
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)			Coliformes totales (NMP/100mL)		
Dosis de hipoclorito de sodio	35 m/L	40 m/L	45 m/L	35 m/L	40 m/L	45 m/L
R1	1.8 E + 04	0.8 E + 04	0.09 E + 04	3.7 E + 05	2.5 E + 05	1.9 E + 05
R2	1.5 E + 04	0.7 E + 04	0.06 E + 04	3.4 E + 06	2.7 E + 05	1.6 E + 05
R3	1.3 E + 04	0.7 E + 04	0.04 E + 04	3.1 E + 07	2.1 E + 05	1.8 E + 05

3.3.3.1 Coliformes termotolerantes

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 23 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación a los coliformes termotolerantes y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 23: Análisis de varianza anova para c. trermotolerantes

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	3.24980000	1.62490000	72.43	<.0001
Error	6	0.13460000	0.02243333		
Suma Total	8	3.38440000			

Coefficiente de variabilidad: 19.28467

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 24 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 3 se evidencia como más efectivo para este tipo de parámetro.

Tabla 24: Prueba de contraste tukey para c. termotolerante

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	1.5333	T1
B	0.7333	T2
C	0.0633	T3

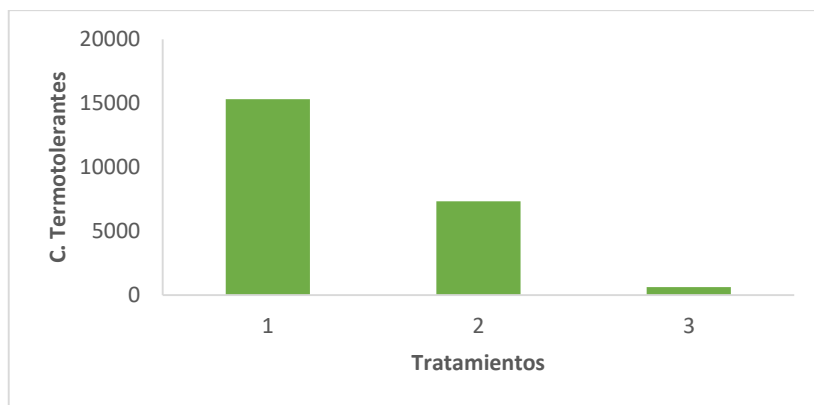


Figura 9: Valores de coliformes termotolerantes en el afluente

La figura 9, mostró los valores obtenidos para los tratamientos aplicados y demostrando que el tratamiento 3 es el más óptimo para la reducción de c. termotolerantes.

3.3.3.2. Coliformes totales

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 25 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación a los coliformes totales y para saber cuál es mejor se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 25: Análisis de varianza anova para c. totales

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	4.04666667	2.02333333	29.37	0.0008
Error	6	0.41333333	0.06888889		
Suma Total	8	4.46000000			

Coefficiente de variabilidad: 10.36054

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 26 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 3 se evidencia como más efectivo para este tipo de parámetro.

Tabla 26: Prueba de contraste tukey para c. totales

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	3.4000	T1
B	2.4333	T2
C	1.7667	T3

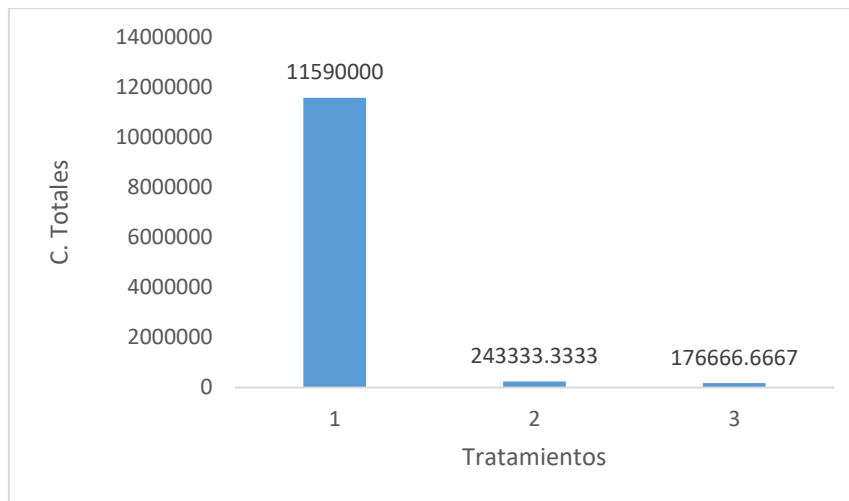


Figura 10: Valores obtenidos para coliformes totales

La figura 10, mostró que los tratamientos 2 y 3 tuvieron menos presencia de c. totales; significa que son los favorables para la remoción de este parámetro, pero el tratamiento 3 es el más adecuado.

3.3.4. Cloro Residual

La Tabla 27, muestra los parámetros residuales analizados que corresponden a cloro total residual y cloro libre residual, ambos para los tres tratamientos empleados en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Tabla 27: Valores obtenidos para el análisis de cloro residual

	Cloro Residual					
	Volumen Final de Cloro Total Residual (ppm)			Volumen Final de Cloro Libre Residual (ppm)		
Dosis de hipoclorito de sodio	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L
R1	0.65	0.51	0.47	0.11	0.13	0.16
R2	0.78	0.48	0.45	0.16	0.16	0.18
R3	0.61	0.45	0.44	0.18	0.11	0.18

3.3.4.1. Cloro total residual

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 28 se observa que existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son diferentes en relación al cloro total residual y para saber cuál es tratamiento que presenta menos contaminantes se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 28: Análisis de varianza anova para cloro total residual

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	0.09208889	0.04604444	15.29	0.0044
Error	6	0.01806667	0.00301111		
Suma Total	8	0.11015556			

Coefficiente de variabilidad: 10.20377

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 29 los promedios corroboran que hay diferencia significativa (letras son diferentes); sin embargo, para el tratamiento 3 se evidencia con menos contaminante residual.

Tabla 29: Prueba de contraste tukey para cloro total residual

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	0.68000	T1
B	0.48000	T2
B	0.45333	T3

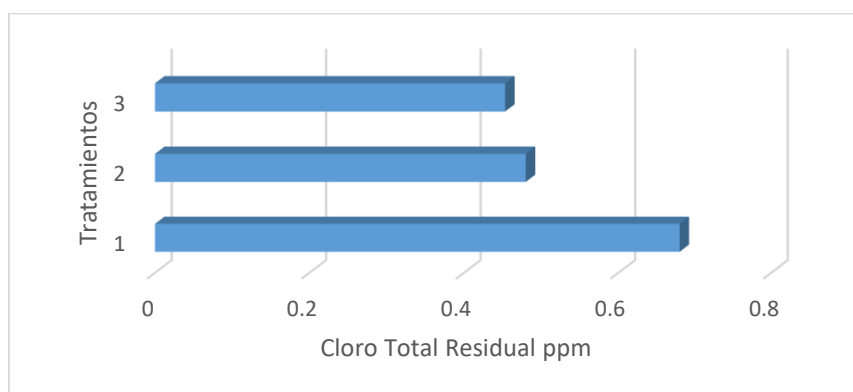


Figura 11: Cloro total residual por tratamiento

La figura 11, mostró menos presencia de cloro residual, dando como resultado favorable a este tratamiento mediante 45 ml/L de hipoclorito de sodio, por presentar menos concentración de cloro total residual en el efluente.

3.3.4.2. Cloro libre residual

Al someter al análisis de varianza en la Tabla 30 se observa que no existe diferencia significativa, señalando que los tratamientos son iguales en relación a la formación de cloro libre residual y para saber cuál es tratamiento que presenta menos contaminantes se realiza la prueba de Tukey.

Tabla 30: Análisis de varianza anova para cloro libre residual

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr > F
Entre tratamientos	2	0.00242222	0.00121111	1.76	0.2507
Error	6	0.00413333	0.00068889		
Suma Total	8	0.00655556			

Coefficiente de variabilidad: 17.24235

Al someter a la prueba de contraste de Tukey, en la Tabla 31 los promedios corroboran que no hay diferencia significativa (letras iguales); sin embargo, es el tratamiento 2 que presenta menos cloro libre residual como subproducto contaminante.

Tabla 31: Prueba de contraste tukey para cloro libre residual

Significancia	Promedios	Tratamiento
A	0.17333	T3
A	0.15000	T1
A	0.13333	T2

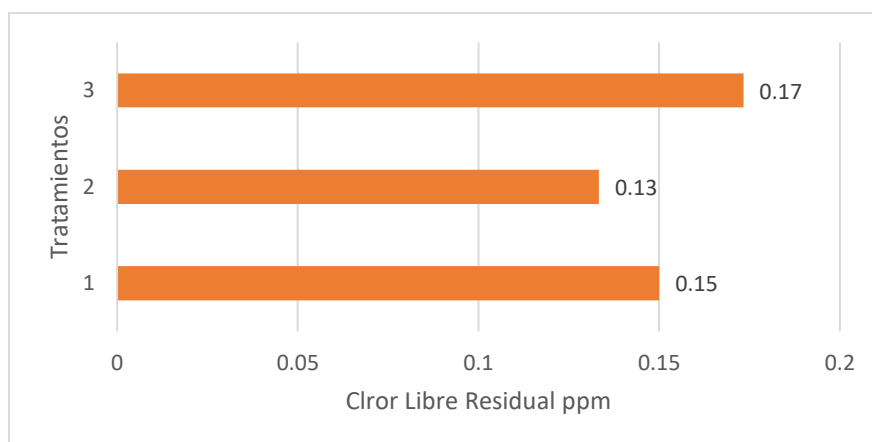


Figura 12: Valores de cloro libre residual

La figura 12, muestra los valores obtenidos de acuerdo a los 03 tratamientos y la formación de subproductos. Mostrando valores de 0.15 ppm para el tratamiento 1, 0.13 ppm para el tratamiento 2 y finalmente 0.17 ppm para el tratamiento 3.

3.3.5. Macroinvertebrados acuáticos

La Tabla 32, muestra la interpretación realizada en base al índice biótico de familias, esta fue hecha al cuerpo de agua receptor (río) del efluente, antes y después de su vertimiento.

Tabla 32: Resultados obtenidos en base a los macroinvertebrados

Macroinvertebrados acuáticos	
Índice biótico de familias antes de la descarga (unidad)	Índice biótico de familias después de la descarga (unidad)
Global	Global
Puntaje/color	Puntaje/color
30 / Azul	1 / Rojo
Calidad regular	Calidad muy mala

3.3.5.1. índice Biótico de Familias antes de la Descarga

La Tabla 33 muestra los resultados obtenidos después de la identificación de macroinvertebrados, de acuerdo al índice biótico de familias; en el cual, se pudo determinar valores pre establecidos por este indicador, dando como resultado una valoración de 30 (la valoración numérica brinda resultados concretos), por lo cual se considera regular al cuerpo de agua. Es importante describir que este monitoreo biológico se realizó antes de la descarga del efluente

Tabla 33: índice biótico de familias (BMWP) - antes del vertimiento del efluente

Antes del vertimiento del efluente					
	Familia		Valoración		
	Capniidae		10		
	Oligochaeta		1		
	Dryopidae		5		
	Leuctridae		10		
	Stratiomyidae		4		
Total de familias	6	BMWP	30	Valoración del cuerpo receptor	Amarillo / Regular

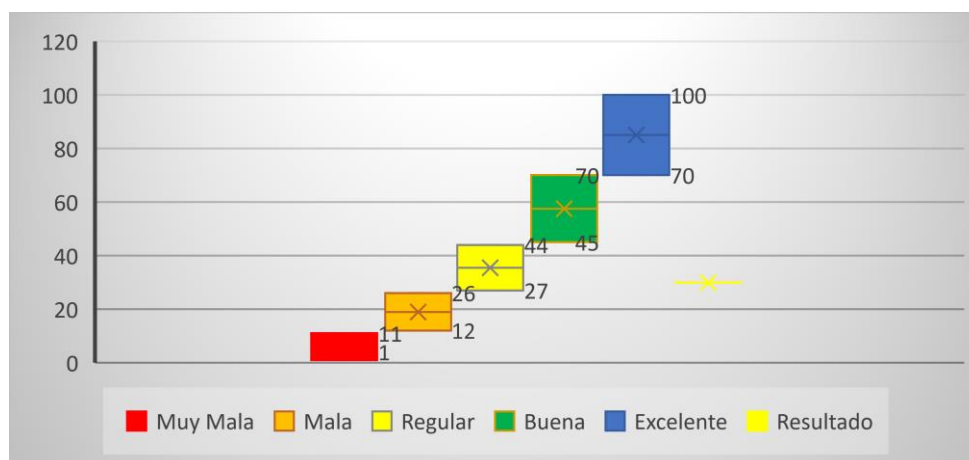


Figura 13: BMWP antes del vertimiento del efluente

La figura 13, mostró la valorización para el resultado obtenido, siendo este un valor de 30 y su categorización de acuerdo al tipo de cuenta, considerándose regular y dotándolo de color amarillo.

3.3.5.2. índice biótico de familias después de la descarga

La Tabla 34 muestra el resultado obtenido de la valoración de los macroinvertebrados, dando como resultado una valoración de 1; por lo tanto, se considera que el cuerpo de agua en la zona de influencia como muy mala. Es importante describir que el monitoreo biológico representa resultados más sensibles en relación al cuerpo de agua y el medio ambiente y no siempre los resultados fisico- químicos darán una lectura idónea al mismo

Tabla 34: índice biótico de familias (BMWP) - después del vertimiento del efluente

Después del vertimiento del efluente					
	Familia		Valoración		
	Oligochaeta		1		
Total de familias	6	BMWP	1	Valoración del cuerpo receptor	Rojo / Muy mala

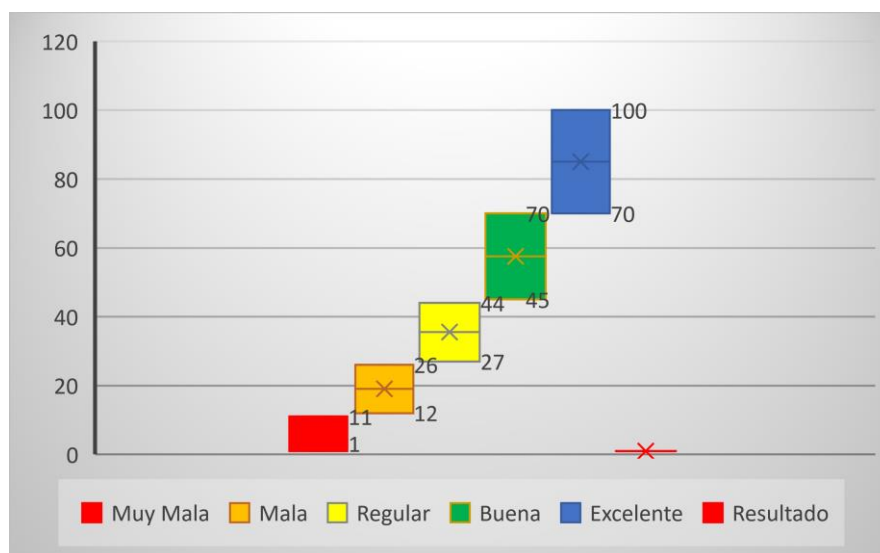


Figura 14: BMWP después del vertimiento del efluente

La figura 14, mostró la valorización para el resultado obtenido, siendo este un valor de 1 y su categorización de acuerdo al tipo de cuenta, considerándose muy mala y dotándolo de color rojo.

IV. DISCUSIÓN

- José, Cruz, Ernesto, Sergio y Gelacio en su investigación académica, señalaron que el sistema de aireación debe estar en función al caudal de ingreso, de lo contrario presentarían daños por calentamiento en el equipo; sin embargo, esta propuesta quedaría sin efecto si no se realiza una adecuada homogenización del líquido antes de su tratamiento.
- El numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley N° 28611, dispone que se aplique el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a los parámetros de contaminación ambiental; en tal sentido la normativa Decreto Supremo N° 003 – 2010 –MINAM, debería reconsiderar los parámetros contemplados en los LMP y presentar una mejora sustancial en función a BIOINDICADORES siempre y cuando este efluente sea vertido a un cuerpo de agua.
- Según Beltrán y Campos, los caudales de ingreso a una planta de tratamiento son variables y es propicio considerar el caudal crítico variado para la evaluación del buen funcionamiento de la PTARD. Por ello, señalo que las Plantas de tratamiento implementadas en sectores de alta precipitación fluvial, deben considerar dicho factor para el diseño de sus estructuras civiles, siempre y cuando exista la posibilidad de infiltración de este tipo de fluido.
- Quiroz señaló en su trabajo de investigación que ninguna planta de tratamiento de aguas residuales, presentarán las mismas condiciones de operación; sin embargo, recomienda brindar ajustes de acuerdo a las condiciones del lugar para mejorar los parámetros analizados. Es importante complementar este aporte, ya que factores mínimos pueden afectar los procesos u operaciones unitarias dependiendo de los volúmenes de tratamiento. Los diseños de estas plantas de tratamiento contemplan datos exactos, pero no siempre se adecuan a lo proyectado, debido a los microorganismos existentes pueden variar el grado de descomposición de materia orgánica.
- Reyes en su trabajo de investigación propone realizar un seguimiento del agua tratada mediante hipoclorito de sodio a fin de evaluar la resultante en los cultivos y sustrato, a este planteamiento se debe complementar con monitoreos biológicos en los cuerpos de agua receptores y su evolución, presencia, ausencia y/o cambio de la fauna acuática para tener un mejor panorama ambiental hídrico.

- Farfán describió que los efluentes residuales domésticas generan gran controversia al ser un problema actual, en la capital (Lima) sólo el 17% vienen siendo tratada, y de este volumen el 5% se aplica para utilización en otra actividad. Los problemas se presentan a nivel nacional por la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y políticas adecuadas con el medio ambiente.
- Alaya y Barboza, señalaron que la aplicación de tratamiento electroquímico para eliminar la concentración de coliformes termotolerantes y totales del fluido residual de la planta de tratamiento de aguas residuales de Jaén. Una planta de tratamiento de aguas residuales debe contemplar la reducción de sus diversos parámetros contemplado dentro de la normatividad; ante ello, será necesario identificar nuevas alternativas de tratamiento que resalten condiciones más favorables para el líquido tratado.
- Chirinos, argumentó que una disminución en la dosificación de reactivos, tendrá un mejoramiento y optimización del sistema. Es cierto que algunos componentes pueden tener variaciones dependiendo del tratamiento en el que se encuentren; sin embargo, también es importante el análisis de los productos resultantes (subproductos).
- LÓPEZ, describió que la tasa de remoción que presentó el tratamiento con la microalga *Chlorella sp* es adecuada. Muchas veces los tratamientos secundarios y dependiendo del factor principal de uso, pueden o no ser eficientes para ciertos parámetros en específicos, ello puede conllevar a un tratamiento adicional para la remoción de otros componentes.
- AGUILAR ASCÓN, E., informó que el cloro es un importante biocida, pero no se empleada de forma adecuada. En algunos casos, se realiza una sobredosificación y estudios recientes demuestran que al contacto con el agua generan subproductos, que son nocivos para el medio ambiente y la salud. Los principales estudios de formación de cloro residual se realizaron en redes de agua para consumo; sin embargo, es importante realizar análisis en las principales plantas de tratamiento de aguas residuales que empleen productos clorados para la desinfección y su resultante en los cuerpos de agua de vertimiento (río).

V. CONCLUSIONES

- La contaminación con cloro residual dentro del cuerpo de agua (río) presenta bajas concentraciones; sin embargo, la actual normativa peruana no estipula parámetros fijos para la aplicación de sustancias químicas en los tratamientos terciarios, dando facultad de libre aplicación; en tal sentido la determinación de cloro residual dentro de este trabajo de investigación está contemplado como aporte para futuras investigaciones.
- Se determinó que la dosis óptima de hipoclorito de sodio es de 45 ml/L, para el tratamiento de aguas residuales domésticas, debido a que los parámetros evaluados con la normativa peruana, los mismos que estuvieron por debajo de los límites máximos permisibles.
- El hipoclorito de sodio empleado en el presente trabajo de investigación mantiene baja concentración y su solubilidad es completa de acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante; dentro de ello, no se evidenció que estas propiedades influyan en la contaminación con cloro total residual. Sin embargo, la presencia de cloro libre residual podría ser tomado en cuenta.

VI. RECOMENDACIONES

- La planta de tratamiento de aguas residuales de la mina santa luisa, debe evaluar sus procesos operacionales a fin de mejorar su sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, esto con la finalidad evitar presencia de material suspendido y daños al cuerpo de agua receptor.
- Considerar dentro de los límites máximos permisibles para las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, una evaluación biológica si estos efluentes son vertidos al cuerpo de agua. Con la finalidad de tener un mejor panorama, considerando como bioindicador las especies más susceptibles a la alteración por contaminación de un cuerpo de agua.
- Aplicar los monitores biológicos para la determinación de calidad de agua en los cuerpos fluviales y mantener un inventario de los mismos para trabajos de calidad hídrica.

- Evaluar el tipo y eficiencia de los microorganismos durante el tratamiento secundario aeróbico, para poder determinar si éstas cumplen con la remoción absoluta de los contaminantes, o si disminuye a valores aceptables para un tratamiento terciario.
- Plantear un dimensionamiento mayor de las estructuras civiles existentes, para mantener mayor retención hidráulica, buscando una mejor sedimentación.
- Antes de la cloración considerar aplicar un proceso de floculación o cámaras de sedimentación para evitar el exceso de carga orgánica en el tratamiento terciario.

REFERENCIAS

Agbar agua. 2019. Aquagest. *Aquagest*. [En línea] 22 de Junio de 2019. <http://www.aquagest-regiondemurcia.es/img/contenidos/1/ficha-sobre-calidad-del-agua.pdf>.

Alaya Esparraga, Sarita Rebeca y Barboza Elera, Edwin Alexander. 2018. *ANALISIS DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO ELECTROQUIMICO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR JAEN, CAJAMARCA, 2017.* 2018UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE, Chiclayo : 2018.

ALDERSON, Michael, B. DOS SANTOS, André y MOTA, César. 2015. *Reliability analysis of low-cost, full-scale domestic wastewater treatment plants for reuse in aquaculture and agricultura.* s.l. : Ecological Engeniering, 2015.

ALYAA, Zyara, y otros. 2016. *The effect of chlorine and combined chlorine/ UV treatment on coliphages in drinking water disinfection.* s.l. : Journal Water & Helth, 2016.

Avila Peltroche, José Giovanni Jesús. 2015. *Evaluación de la remoción de nitratos y fosfatos a nivel laboratorio por microalgas libres e inmovilizadas para el Tratamiento Terciario de Aguas Residuales Municipales.* Universidad Ricardo Palma, Lima : 2015.

Beltrán Beltrán, Tony Reilly y Campos Riveros, Cynthia Meñissa. 2016. *INFLUENCIA DE MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE LA CALIDAD DE AGUA Y LODO RESIDUAL, PLANTA DE TRATAMIENTO DE JAUJA.* Universodad Nacional del Centro del Perú, Huancayo : 2016.

Casanova Álvarez, Jean Louis y Huamaní Contreras, Katherine Adelina. 2014. *Diseño de una Planta de Tratamiento para los Efluentes Líquidos Domésticos del Distrito de Cbancaay.* Universidad Nacional del Callao, Lima : 2014.

Characterization of halogenated DBPs and identification of new DBP trihalomethanols in chlorine dioxide treated drinking water with multiple extractions. **HAN, Jiarui, y otros. 2017.** 2017, Journal of Environmental Sciences, págs. 83 - 92.

Chira Fernández , Jorge Eduardo. 2010. *ESPECIACION QUIMICA SECUENCIAL DE METALES PESADOS EN LA CUENCA DEL RÍO TORRESVIZCARRA, DPTO. DE ANCASH.* UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, Lima : 2010.

Comparison of the Effectiveness of Alum, Chlorine, Sodium Hypochlorite and Moringa's Seeds in Reducing Bacterial Loads in the Treatment of Restaurant Wastewater. **Fasuan, Odeyemi y Fasuan. 2019.** 2019, Journal of Advances in Microbiology, págs. 1 - 7.

Determinación de los parámetros ambientales de mayor incidencia en las aguas residuales de la comunidad universitaria Antonio Maceo. **Crombet Grillet, Sandra, Abalos Rodríguez, Arelis y Zamora Matamoros, Larisa. 2018.** 2018, Revista Cubana de Química, págs. 137-153.

Efecto de un consorcio microbiano en la eficacia del tratamiento de aguas residuales, Trujillo,. **Centeno Calderón , Luis Gabriel, Quintana Díaz, Aníbal y López Fuentes, Fiorela Lisset. 2019.** 2019, Museo del Historia Natural, págs. 433 - 446.

Eficiencia de las zanjas de infiltración tipo Niimi y normal en el tratamiento de aguas residuales domesticas en Villa los Sauces, Lima (Perú). **Cruz Huaranga , Milda, Ticono Canto, Jhoenmert y Laura Pezo, Deysi. 2018.** 2018, Ciencia, Tecnología y Desarrollo, págs. 4 - 15.

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. Medina Tafur, Cesar, y otros. 2008. 2008, Ciencia para el Desarrollo, pág. 4.

Frafán Reyes, Miriam Elizabeth. 2015. *EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL RIEGO DE AREAS VERDES EN EL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS DE LA PLANTA PILOTO DE LA FIARN-UNAC.* Universidad Nacional del Callao, Lima : 2015.

Gonzales Silva, Jean Pierre y Gómez Ortega, Katherine Alexandra. 2016. *OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá : 2016.

Herrera Buitrón, Renzo Manuel y Reyes Cardoza, Harold José. 2017. *Tratamiento de agua residual de la industria agro exportadora de paltas hass en el caserío de Palpa-Huaral, mediante tecnología de lodos activados.* Universidad Nacional del Callao, Lima : 2017.

JACOB, y otros. 2015. *Enhanced disinfection by-product formation due to nanoparticles in wastewater treatment plant effluents.* s.l. : Royal Chemistry, 2015.

Lara Cabrera, Nelson Jaime. 2017. *TRATAMIENTO PILOTO DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS PARA REÚSO EN INODOROS Y ÁREAS VERDES.* Universidad Alas Peruanas, Trujillo : 2017.

León Antúnez, Jerzy Rómulo. 2009. *Recrecimiento del dique de relaves chuspic CIA. Minera Santa Luisa - UEA Huanzalá.* Universidad Ricardo Plama, Lima : 2009.

Lopez Ponte, Wilder Michel. 2019. *EVALUACION DE DOS ESPECIES DE MICROALGAS PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE REMOCION DE NUTRIENTES DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR TABOADA DEL CALLAO, PERU.* Universidad Nacional Federerico Villareal, Lima : 2019.

Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión no convencional.

Menéndez Gutiérrez, Carlos y Dueñas Moreno, Jaime. 2018. 2018, INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, págs. 97 - 107.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2019. *SiarPuno. SiarPuno.* [En línea] 23 de Junio de 2019. <http://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/protocolo-monitoreo-calidad-efluentes-las-plantas-tratamiento-aguas>.

Modelación del cloro residual y subproductos de la desinfección en un sector piloto del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Cali. **Sánchez, Luis, y otros. 2010.** 2010, Ingeniería y Competitividad, págs. 127 - 138.

NESCERECKA, y otros. 2014. *Biological Instability in a Chlorinated Drinking Water Distribution Network.* s.l. : Journal PLOS ONE, 2014.

Niño Rojas, Víctor Miguel. 2011. *Metodología de la Investigación.* Bogotá : Ediciones de la U, 2011.

OWOSEN, Mojisola, OLANIRAN, Ademola y OKOH, Anthony. 2017. *Chlorine Tolerance and Inactivation of Escherichia coli recovered from Wastewater Treatment Plants in the Eastern Cape, South Africa.* South Africa : Applied Sciences, 2017.

Pilot-plant comparative study of peracetic acid and sodium hypochlorite wastewater disinfection. **Veschetti, y otros. 2003.** 2003, Water Res, págs. 78 - 94.

Positive Matrix Factorization analysis shows dechlorination of polychlorinated biphenyls during domestic wastewater collection and treatment. **CAPOZZI, Staci, y otros. 2018.** 2018, Chemosphere, págs. 289 - 296.

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL. **Rodríguez Arias, Yeison Arley y García Jaimes, Luis Eduardo. 2014.** 2014, Revista Politécnica, págs. 103-113.

Quantification of pathogenic microorganisms and microbial indicators in three wastewater reclamation and managed aquifer recharge facilities in Europe. **Levantesi, Caterina, y otros. 2010.** 2010, Sci Total Environ, págs. 4923 - 4930 .

QUIAN, Wu, HONG, Hu y XIN, Zhao. 2009. *Effect of Chlorination on the Estrogenic/Antiestrogenic Activities of Biologically Treated Wastewater.* China : ACS Publications, 2009.

Quiroz Pedraza, Pedro Alexis. 2009. *Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima : 2009.

Reduced Chlorine in Drinking Water Distribution Systems Impacts Bacterial Biodiversity in Biofilms. **Bertelli, Claire, y otros. 2018.** 2018, Microbiol.

Rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. **Hernández Coronal, Jose Luis, y otros. 2016.** México : Academia Journals, 2016. Memorias del Congreso Internacional de Investigación. págs. 434 - 439.

Rodriguez Herrera, Betty. 2016. *Determinación de la dosis óptima de enzimas y bacterias en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para riego de áreas verdes del Country Club La Planicie - CCLP.* Universidad Nacional del Callao, Lima : 2016.

SCHILIRIO, Tiziana, y otros. 2009. *Chemosphere The endocrine disrupting activity of surface waters and of wastewater treatment plant effluents in relation to chlorination.* 2009.

Seasonal evaluation of disinfection by-products throughout two full-scale drinking water treatment plants. **Zhong, Xin , Cui, Chongwei y Shuili Yu, Shuili. 2017.** 2017, Chemosphere, págs. 290 - 297.

The formation of disinfection by-products in water treated with chlorine dioxide. **CHANG, Chen - Yu, y otros. 2000.** 2000, Journal of Hazardous Materials, págs. 89 -102.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS CON LA ESPECIE VETIVER (chrysopogon zizanioides) EN HUMEDALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL. **Rojas Díaz, María Ysabel y Purihuamán Leonardo, Celso Nazario. 2018.** 2018, TZHOECOEN, págs. 13-24.

Ugaz Odar, Fernando. 2018. *Reuso de aguas residuales, tratadas biológicamente para el regadío del jardín botánico, Trujillo, La Libertad - Perú.* Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo : 2018.

Use of conductive-diamond electrochemical-oxidation for the disinfection of several actual treated wastewaters. **CANO, Adaid, y otros. 2012.** 2012, Chemical Engineering Journal, págs. 463 - 469.

Vásquez Pérez, Jhullianeth y Chenta Guevara, Kelly. 2018. *Las aguas residuales domésticas y su impacto ambiental-social en el sector Juan Antonio, Moyobamba, 2018.* Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba : 2018.

VESCHETTI, y otros. 2003. *Water Research Pilot-plant comparative study of peracetic acid and sodium hypochlorite wastewater disinfection.* 2003.

ZAZOULI y KALANKESH. 2017. *Removal of precursors and disinfection by-products (DBPs) by membrane filtration from water.* s.l. : J Environment Health Sci Eng, 2017.

ANEXOS



Figura 15: Toma de muestra del afluente

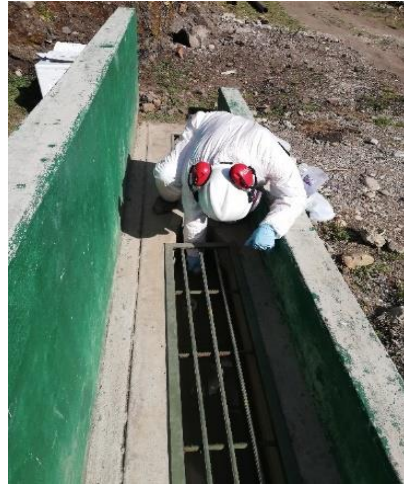


Figura 16: Toma de muestra del efluente



Figura 17: Toma de muestra de macroinvertebrados



Figura 18: Almacenamiento de macroinvertebrados



Figura 19: Macroinvertebrados obtenidos antes del efluente



Figura 20: Macroinvertebrados obtenidos después del efluente



Figura 21: identificación de oligochaeta



Figura 22: Captura de pez (trucha)

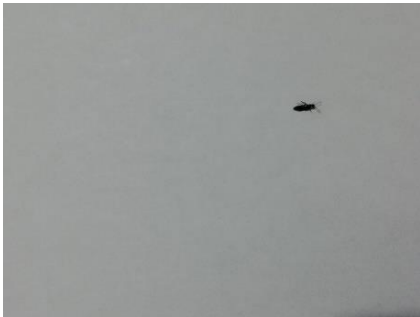


Figura 23: Identificación de capniidae



Figura 24: Identificación de leuctridae



Figura 25: identificación de oligochaeta - efluente

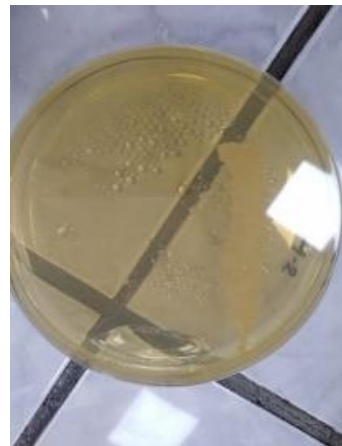


Figura 26: Análisis biológicos del efluente



Figura 27: efluente de la planta en contacto con el agua de río



Figura 28: Análisis de aceites y grasas

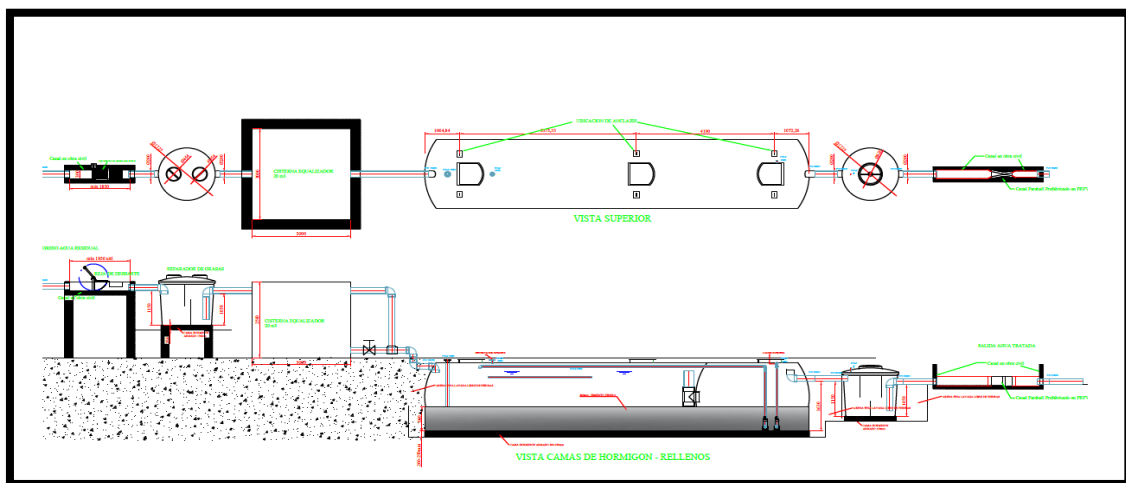


Figura 29: Resultados de cloro residual total



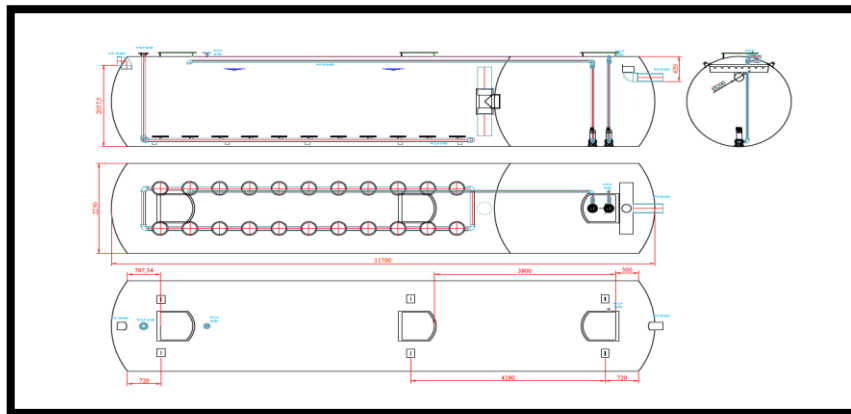
Figura 30: Resultados de turbidez

Figura 31: Diagrama de la Planta de tratamiento de aguas residuales



Fuente 1: Wet chemical

Figura 32: Diagrama del reactor biológico



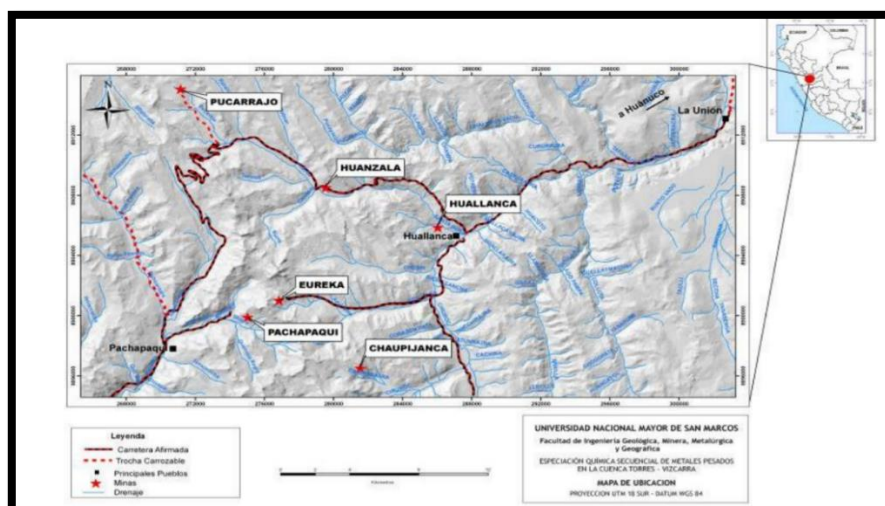
Fuente 2: Wet chemical

Figura 33: Diagrama de determinación de cloro residual



Fuente 3: Hanna instruments

Figura 34: Cuenca de análisis



Fuente 4: Jorge Chira (2010)

Figura 35: índice BMWP para evaluación de calidad del agua

Familias	Puntaje
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae Chloroperlidae, Aphelocheiridae	10
Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae Athericidae, Blephariceridae	8
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae Cordulidae, Libellulidae Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	7
Ephemerellidae Prosopistomatidae Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae	6
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae Hydroptilidae, Unionidae Corophiidae, Gammaridae, Atyidae Platycnemididae, Coenagrionidae	5
Oligoneuriidae, Polymitarcidae Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiiidae	4
Baetidae, Caenidae Halplidae, Curculionidae, Chrysomelidae Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae Rhagionidae, Sialidae, Piscicolidae, Hidracarina	3
Mesovellidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Veliidae Notonectidae, Corixidae Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae Glossophoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae Asellidae, Ostracoda	2
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	1
Oligochaeta (toda la clase), Syrphidae	1

más sensible

↑

sensibilidad a la contaminación

↓

más tolerante

Fuente 5: Universidad Peruana Cayetano Heredia (2016)

Figura 36: Valoración del cuerpo receptor

Cada familia tiene un valor (10 = sensible; 1 = tolerante)
La **suma total** de puntajes indica la calidad de agua, la cual se representa mediante **colores**

Calidad	Puntaje	Color
Excelente	>70	Azul
Buena	45-70	Verde
Regular	27-44	Amarillo
Mala	11-26	Anaranjado
Muy mala	< 11	Rojo

Fuente 6: Acosta et al. 2009

Tabla 35: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDADES DE MEDIDA
Variable Independiente: Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas .	Adición del compuesto de forma controlada y bajo intervalos de tiempo acorde a la necesidad presentada. (Auditoria Propia)	La adición del compuesto químico se llevará a cabo mediante un dosificador, el cual será empleado de forma manual; de acuerdo a las características que se presentan durante el procesos de tratamiento correlacionadas al fluido.	Dosis óptima de Hipoclorito de Sodio	35	ml/L
				40	ml/L
				45	ml/L
	Hipoclorito de sodio (NaOCl) es un compuesto que puede ser utilizado para desinfección del agua. Se usa a gran escala para la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua.(Lenntech)		Propiedades Físico - Químicas del hipoclorito de sodio	Concentración de Solución	%
				Solubilidad en agua	gr/100mL
				Características operacionales de la PTARD	Carga Orgánica Volumétrica
	Capacidad Volumétrica del equipo de Oxidación		m3		
	Retención Hidráulica		Horas		
	Variable Dependiente: Cloro Residual en el agua del río Torres		La principal desventaja de la cloración es la generación de subproductos tóxicos, fenómeno descubierto y ampliamente investigado desde los años 70, encontrándose subproductos como las cloraminas, los trihalometanos, ácidos haloacéticos y halógenos orgánicos disueltos, que han sido identificados como potencialmente cancerígenos en concentraciones menores de 0.1 mg/L. Un problema importante es el impacto que estos efluentes clorados pueden ocasionar en los ecosistemas que los reciben (Gordillo, 2013).	Se llevará a cabo monitoreo durante el tercer trimestre, con 03 tomas de muestra para el fluido afluente y efluente respectivamente, esto permitirá comprobar la mejora en la calidad del agua y la determinación de cloro residual producto del uso de hipoclorito de sodio. Dando como resultante de análisis principal la evaluación de flora acuática como indicador correlativo.	Características físicas del agua (Afluente - Efluente)
Turbidez		NTU			
Sólidos totales		mg/L			
Características químicas del agua (Afluente - Efluente)		DQO			mg/L
		pH			Unidad
		Materia Orgánica			mg/L
		Aceite y grasa			mg/L
Características biológicas del Agua (Afluente - Efluente)		DBO5			mg/L
		Coliformes Termotolerantes			NMP/100mL
					Coliformes Totales
Cloro Residual		Volumen Final de Cloro Total Residual			ppm
		Volumen Final de Cloro Libre Residual			ppm
Macroinvertebrados acuáticos		Índice Biótico de Familias antes de la descarga			Unidad
		Índice Biótico de Familias después de la descarga			Unidad

Figura 37: Ficha de custodia del efluente

Ficha de custodia para el líquido al final del proceso de tratamiento																																			
Características físicas del agua - efluente									Características químicas del agua - efluente									Características biológicas del agua - efluente						Cloro residual			Macroinvertebrados acuáticos								
Temperatura (°C)			Turbidez (NTU)			Sólidos totales (mg/L)			DQO (mg/L)			pH			Aceite y grasa (mg/L)			DBO5 (mg/L)			Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)			Coliformes totales (NMP/100mL)			Volumen final de cloro total residual (ppm)			Volumen final de cloro libre residual (ppm)			Índice biótico de familias antes de la descarga (unidad)	Índice biótico de familias después de la descarga (unidad)	
35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	35 ml/L	40 ml/L	45 ml/L	Global	Global				
R1	12.2	12.2	12.3	75.5	77.2	79.7	208	118	134	308	238	141	6.66	6.65	6.21	55.17	34.07	14.3	246	173	98	1.8E+04	0.8E+04	0.09E+04	37E+05	25E+05	1.9E+05	0.65	0.51	0.47	0.11	0.13	0.16	Índice biótico de familias antes de la descarga: 30	Índice biótico de familias después de la descarga: 3
R2	12.3	12.3	12.3	73.8	74.6	77.4	200	175	136	317	235	145	6.68	6.70	6.26	53.16	35.11	15.6	251	176	95	1.5E+04	0.7E+04	0.06E+04	3.4E+05	2.7E+05	1.6E+05	0.78	0.48	0.45	0.16	0.16	0.18	Color: azul	Color: rojo
R3	12.3	12.2	12.3	71.2	78.1	79.1	205	173	133	305	241	140	6.71	6.81	6.23	53.13	29.04	14.1	250	181	93	1.3E+04	0.7E+04	0.04E+04	3.1E+05	2.1E+05	1.8E+05	0.61	0.45	0.44	0.18	0.11	0.18	Color: azul regular	Color: muy mala

Figura 38: ficha de custodia del afluente y proceso operacional de la planta de tratamiento

Ficha de custodia para el líquido antes del proceso de tratamiento									
Características físicas del agua - afluente			Características químicas del agua - afluente				Características biológicas del agua - afluente		
Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Sólidos totales (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	Aceite y Grasa (mg/L)	DBO5 (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes totales (NMP/100mL)	
R1	12.5	58.3	286	402	6.21	94.3	319	2.5E+04	4.8E+05

Ficha de custodia del proceso operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales					
	Propiedades físico - químicas del hipoclorito de sodio		Características operacionales de la planta de tratamiento de aguas residuales		
	Solubilidad en el agua	Concentración de solución	Carga orgánica volumétrica	Capacidad volumétrica del equipo de oxidación	Retención hidráulica
Muestra 1	100 %	7.5 %	4.34 g DBO ₅ /m ³ d	40 m ³ /día	6 horas
Muestra 2	100 %	7.5 %	4.34 g DBO ₅ /m ³ d	40 m ³ /día	6 horas
Muestra 3	100 %	7.5 %	4.34 g DBO ₅ /m ³ d	40 m ³ /día	6 horas

Figura 39: Resultados del análisis del afluyente

ENSAYO N°001 - VV - 2019
LABORATORIO DE QUÍMICA - UCV
INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la muestra: Muestra Inicial de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomado por: Víctor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de la muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química - UCV.

Ph						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754			6.21
		Este	279187.587			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		°C	12.5
		Este	279187.587			

Conductividad Eléctrica						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		µs/cm	718
		Este	279187.587			

Oxígeno Disuelto						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	1.27
		Este	279187.587			

Turbidez						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		NTU	58.3
		Este	279187.587			

Sólidos Suspendedos Totales						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	286
		Este	279187.587			

Figura 40: Resultados de parámetros del afluente

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	319
		Este	279187.587			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	402
		Este	279187.587			

Aceites y Grasas						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	94.3
		Este	279187.587			

M.O						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	70.3
		Este	279187.587			

Cloro Total Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	56
		Este	279187.587			

Cloro Libre Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M - Inicial	Muestra	Norte	8908365.754		mg/l	0.21
		Este	279187.587			

Figura 41: Validación de resultados del afluente

Metodología de Análisis:

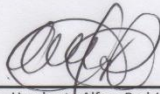
APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended
Solids Dried at 103-105°C.

Equipo utilizado:

Multiparámetro Hanna Edge
6053633

Código Interno:

Espectrofotómetro
6009512
Mufla
6009565
Estufa DAIHAN SCIENTIFIC
6007386
Equipo de filtración con bomba al vacío
06-53628



M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez
Docente en el Laboratorio de Química
UCV-Lima Norte

Figura 42: Resultados biológicos del afluente

Ensayo N° 002 – VV- 2019
 LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA – UCV
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de Ensayos: Análisis Microbiológico
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la Muestra: Muestra del Afluente de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomada por: Victor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV.

Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado	
M - Inicial	Muestra	Norte:	8908365.754	3565	NMP/100mL	2.5 E + 04
		Este:	279187.587			

Coliformes Totales (NMP/100mL)

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado	
M - Inicial	Muestra	Norte:	8908365.754	3565	NMP/100mL	4.8 E + 05
		Este:	279187.587			

Metodología de Análisis: Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed.
 Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.
Equipo Utilizado: Incubadora
Código interno: 6006555



QFB Rosalvina de la Cruz Davila
 Jefe de Laboratorio UCV

Figura 43: Resultados efluente I – primer tratamiento

ENSAYO N°003 - VV - 2019
 LABORATORIO DE QUÍMICA - UCV
 INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la muestra: Muestra Final de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomado por: Víctor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de la muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química - UCV.

Tratamiento mediante hipoclorito de sodio (35 ml/L) Primera dosis						
Ph						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417			6.66
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417			6.68
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417			6.71
		Este	279209.209			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.2
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.3
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.2
		Este	279209.209			

Conductividad Eléctrica						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	723
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	726
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	724
		Este	279209.209			

Oxígeno Disuelto						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	2.65
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	2.67
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	2.69
		Este	279209.209			

Figura 44: Resultados efluente II – primer tratamiento

Turbidez						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	75.5
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	73.8
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	71.2
		Este	279209.209			

Sólidos Suspendidos Totales						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	208
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	200
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	205
		Este	279209.209			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	246
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	251
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	250
		Este	279209.209			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	308
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	317
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	305
		Este	279209.209			

Aceites y Grasas						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	55.17
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	53.16
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	53.12
		Este	279209.209			

Figura 45: Resultados efluente III – primer tratamiento

M.O						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	41.6
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	48.2
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	45.7
		Este	279209.209			

Cloro Ttotal Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.65
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.78
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.61
		Este	279209.209			

Cloro Libre Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M1 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.11
		Este	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.16
		Este	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.18
		Este	279209.209			

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended
 Solids Dried at 103-105°C.

Equipo utilizado:

Código Interno:

Multiparámetro Hanna Edge
 6053633
 Espectrofotómetro
 6009512
 Mufla
 6009565
 Estufa DAIHAN SCIENTIFIC
 6007386
 Equipo de filtración con bomba al vacío
 06-53628

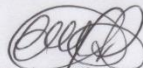

 M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez
 Docente en el Laboratorio de Química
 UCV-Línea norte

Figura 46: Resultados efluente IV – primer tratamiento

Ensayo N° 004 – VV- 2019
 LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA – UCV
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de Ensayos: Análisis Microbiológico
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la Muestra: Muestra del Efluente de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomada por: Victor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV.


Tratamiento mediante hipoclorito de sodio (35 ml/L) Primera dosis						
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)						
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado	
M1 - 01	Muestra	Norte:	8908348.417	3565	NMP/100mL	1.8 E + 04
		Este:	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte:	8908348.417	3565	NMP/100mL	1.5 E + 04
		Este:	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte:	8908348.417	3565	NMP/100mL	1.3 E + 04
		Este:	279209.209			

Coliformes Totales (NMP/100mL)						
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado	
M1 - 01	Muestra	Norte:	8908348.417	3565	NMP/100mL	3.7 E + 05
		Este:	279209.209			
M1 - 02	Muestra	Norte:	8908348.417	3565	NMP/100mL	3.4 E + 05
		Este:	279209.209			
M1 - 03	Muestra	Norte:	8908348.417	3565	NMP/100mL	3.1 E + 05
		Este:	279209.209			

Metodología de Análisis: Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed.
 Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.

Equipo Utilizado: Incubadora

Código interno:



QFB Rosalviña de la Cruz Davila
 Jefe de Laboratorio UCV

Figura 47: Resultados efluente I – segundo tratamiento

ENSAYO N°005 - VV - 2019
LABORATORIO DE QUÍMICA - UCV
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la muestra: Muestra Final de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomado por: Víctor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de la muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química - UCV.

Tratamiento mediante hipoclorito de sodio (40 ml/L) Segunda dosis						
Ph						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417			6.65
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417			6.72
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417			6.81
		Este	279209.209			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.18
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.18
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.19
		Este	279209.209			

Conductividad Eléctrica						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	706
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	709
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	705
		Este	279209.209			

Oxígeno Disuelto						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	1.65
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	1.68
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	1.71
		Este	279209.209			

Figura 48: Resultados efluente II – segundo tratamiento

Turbidez						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	77.2
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	74.6
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	78.1
		Este	279209.209			

Sólidos Suspendidos Totales						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	178
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	175
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	173
		Este	279209.209			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	173
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	176
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	181
		Este	279209.209			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	238
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	235
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	241
		Este	279209.209			

Aceites y Grasas						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	34.07
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	35.11
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	29.04
		Este	279209.209			

Figura 49: Resultados efluente III – segundo tratamiento

M.O						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	34.05
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	34.17
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	35.07
		Este	279209.209			

Cloro Total Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.51
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.48
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.45
		Este	279209.209			

Cloro Libre Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M2 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.13
		Este	279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.16
		Este	279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.11
		Este	279209.209			

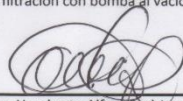
Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012) 5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
 SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended
 Solids Dried at 103-105°C.

Equipo utilizado:

Código Interno:

Multiparámetro Hanna Edge
 6053633
 Espectrofotómetro
 6009512
 Muffa
 6009565
 Estufa DAIHAN SCIENTIFIC
 6007386
 Equipo de filtración con bomba al vacío
 06-53628



M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez
 Docente en el Laboratorio de Química
 UCV-Lima norte

Figura 50: Resultados efluente IV – segundo tratamiento

Ensayo N° 006 – VV- 2019

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de Ensayos: Análisis Microbiológico
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la Muestra: Muestra del Efluente de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomada por: Victor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV.

Tratamiento mediante hipoclorito de sodio (40 ml/L) Segunda dosis
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2 - 01	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	0.8 E + 04
		Este: 279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	0.7 E + 04
		Este: 279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	0.7 E + 04
		Este: 279209.209			

Coliformes Totales (NMP/100mL)

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2 - 01	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	2.5 E + 05
		Este: 279209.209			
M2 - 02	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	2.7 E + 05
		Este: 279209.209			
M2 - 03	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	2.1 E + 05
		Este: 279209.209			

Metodología de Análisis: Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed.
 Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.
Equipo Utilizado: Incubadora
Código interno: 6006555



QFB Rosalvina de la Cruz Davila
 Jefe de Laboratorio UCV

Figura 51: Resultados efluente I – tercer tratamiento

ENSAYO N°007 - VV - 2019
 LABORATORIO DE QUÍMICA - UCV
 INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la muestra: Muestra Final de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomado por: Víctor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de la muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química - UCV.

Tratamiento mediante hipoclorito de sodio (45 ml/L) tercera dosis						
Ph						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417			6.21
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417			6.26
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417			6.23
		Este	279209.209			

Temperatura						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.3
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.3
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		°C	12.3
		Este	279209.209			

Conductividad Eléctrica						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	718
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	710
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		µs/cm	715
		Este	279209.209			

Oxígeno Disuelto						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	1.27
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	1.29
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	1.25
		Este	279209.209			

Figura 52: Resultados efluente II – tercer tratamiento

Turbidez						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	79.7
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	77.4
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		NTU	79.1
		Este	279209.209			

Sólidos Suspendidos Totales						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	139
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	136
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	133
		Este	279209.209			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	98
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	95
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	93
		Este	279209.209			

Demanda Química de Oxígeno						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	141
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	145
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	140
		Este	279209.209			

Aceites y Grasas						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	14.3
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	15.6
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	14.1
		Este	279209.209			

Figura 53: Resultados efluente III – tercer tratamiento

M.O						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	25.7
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	24.4
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	24
		Este	279209.209			

Cloro Total Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.47
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.45
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.44
		Este	279209.209			

Cloro Libre Residual						
Estación	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de Medida	Resultados
M3 - 01	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.16
		Este	279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.18
		Este	279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte	8908348.417		mg/l	0.18
		Este	279209.209			

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended
 Solids Dried at 103-105°C.

Equipo utilizado:

Código Interno:

Multiparámetro Hanna Edge
 6053633
 Espectrofotómetro
 6009512
 Mufia
 6009565
 Estufa DAIHAN SCIENTIFIC
 6007386
 Equipo de filtración con bomba al vacío
 06-53628

M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez
 Docente en el Laboratorio de Química
 UCV-Lima norte

Figura 54: Resultados efluente IV – tercer tratamiento

Ensayo N° 008 – VV - 2019
 LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA – UCV
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Minera Santa Luisa - Departamento de Ancash
Tipo de Ensayos: Análisis Microbiológico
Matriz: Agua Residual Doméstica
Descripción de la Muestra: Muestra del Efluente de la Planta de Tratamiento (PTARD)
Muestra tomada por: Victor Humberto Valle Villanueva
Fecha de ingreso de muestra: 12/10/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV.

Tratamiento mediante hipoclorito de sodio (45 ml/L) tercera dosis
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3 - 01	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	0.09 E + 04
		Este: 279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	0.06 E + 04
		Este: 279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	0.04 E + 04
		Este: 279209.209			

Coliformes Totales (NMP/100mL)


Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3 - 01	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	1.9 E + 05
		Este: 279209.209			
M3 - 02	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	1.6 E + 05
		Este: 279209.209			
M3 - 03	Muestra	Norte: 8908348.417	3565	NMP/100mL	1.8 E + 05
		Este: 279209.209			

Metodología de Análisis: Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed.
 Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.
Equipo Utilizado: Incubadora
Código interno: 6006555



QFB RosaVina de la Cruz Davila
 Jefe de Laboratorio UCV

Figura 55: Validación de instrumento primer experto

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Jello Mondrial Verónica

1.2. Cargo e institución donde labora: DTG - UCV

1.3. Especialidad o línea de investigación: Química y análisis de los residuos

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Encuesta Jello Jello I - II - III

1.5. Autor(A) de Instrumento: Victor Javalle Villanueva

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

si
 -

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

88 %

Lima, 05 de Julio del 2019

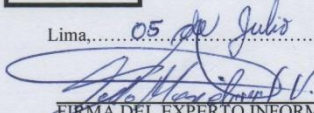
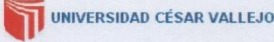

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. 98633
 DNI No. Telf.:

Figura 56: Validación de instrumento segundo experto

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: *Geosta Guasmán Eusebio Horacio*

1.2. Cargo e institución donde labora: *D.T.C. - UCV*

1.3. Especialidad o línea de investigación: *Tratamiento y gestión de residuos*

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Registro de datos I - II - III*

1.5. Autor(A) de Instrumento: *Víctor Nalle Villanueva*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Sí
 No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN : 89 %

Lima, *05 de Julio* del 201*9*




FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP..... *25450*
DNI No..... Telf.:.....

Figura 57: Validación de instrumento tercer experto

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Jiménez Calderón César Eduardo

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente I-VCV

1.3. Especialidad o línea de investigación: Manejo y gestión de los Recursos

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Expediente de datos I-II-III

1.5. Autor(A) de Instrumento: Victor Valle Villanueva

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI

-

865%




Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

Lima, 05 de Julio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No..... Telf.....

Figura 58: Validación de instrumento cuarto experto



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Soriano Maldonado Alexandra

1.2. Cargo e institución donde labora: DTG - UCY

1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de los residuos

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos I - II - III

1.5. Autor(A) de Instrumento: Victor Valle Villanueva

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

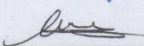
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN : 94 %

Lima, 05 de Julio del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP...34789.....
 DNI No. 68369472. Telf.:.....