



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“INFLUENCIA DEL HIPOCLORITO DE CALCIO SOBRE LOS
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LIXIVIADO DE UN
RELLENO SANITARIO - REGIÓN LA LIBERTAD”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniería Ambiental

Autora:

Karito Yen Rosas Valverde

Asesor:

Ing. Dr. Fernando Ugaz Odar

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

La actual investigación es dedicada principalmente a Dios, por protegerme y cuidarme siempre. Además, de permitirme estar en esta vida, rodeada de personas que me quieren, valoran y apoyan.

A mi padre quien me orientó y guio en el transcurso de mi vida, basando y priorizando mi formación en la disciplina, perseverancia y amor por lo que uno hace. Resaltando siempre sus palabras muy sabias, “La disciplina es la fuerza y voluntad para obligarse a hacer lo que tiene que hacer, cuando lo tiene que hacer, tanto si tiene ganas o no”.

A mi madre que me enseñó a ser fuerte, siempre detallando que en la vida uno aprende cada día algo nuevo, y para llegar a la meta tenemos que sacrificarnos y superar todos los obstáculos que haya en el camino.

A mis líderes y amigos, que siempre están acompañándome y siendo felices con cada logro y cada aprendizaje adquirido de cada nuevo reto, soportándome con todo su conocimiento y su experiencia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios; por guiarme y protegerme, por permitirme cumplir el objetivo más importante de mi vida, actualmente, y por iluminarme en el camino para tomar la decisión más sensata. También quiero agradecer hoy y siempre a mis padres por su esfuerzo y dedicación para conmigo, basando mi formación en valores, brindarnos su apoyo, por su entera confianza y apoyo incondicional.

A mi Asesor, UGAZ ODAR FERNANDO ENRIQUE, por guiarme en cada paso de esta investigación, por su gran apoyo y asesoramiento.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	43
CAPÍTULO III. RESULTADOS	56
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	69
REFERENCIAS	80
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización de lixiviado	28
Tabla 2. Clasificación de los lixiviados.	35
Tabla 3. Códigos de las nueve (09) muestras tomadas en el Relleno Sanitario	44
Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo de lixiviados	63
Tabla 5. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico Aceites y Grasas	62
Tabla 6. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico Aceites y Grasas.	62
Tabla 7. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico Cianuro Total.	63
Tabla 8. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico Cianuro Total.	63
Tabla 9. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico Cromo Hexavalente.	64
Tabla 10. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico Cromo Hexavalente.	64
Tabla 11. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico DBO5.	65
Tabla 12. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico DBO5.	65
Tabla 13. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico DQO.	66
Tabla 14. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico DQO.	66
Tabla 15. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico STS.	67
Tabla 16. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico STS.	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de la Ubicación del Relleno Sanitario.	43
Figura 2. Flow Sheet de los componentes dentro del Relleno Sanitario El Gigante	47
Figura 3. Diagrama del funcionamiento del Relleno Sanitario El Gigante.	47
Figura 4. Esquema del proceso metodológico desarrollado en el estudio	52
Figura 5. Imagen satelital de los puntos donde se tomaron las muestras.	54
Figura 6. Resultados de Aceites y Grasas (mg/L).	56
Figura 7. Resultados de Cianuro total (mg/L).	57
Figura 8. Resultados de Cromo hexavalente (mg/L)	58
Figura 9. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO5 (mg/L)	59
Figura 10. Resultados de Demanda Química de Oxígeno (mgO ₂ /L)	60
Figura 11. Resultados de sólidos suspendidos totales (mg/L)	61

RESUMEN

En un relleno sanitario, los lixiviados son producto de la transferencia de agua a través de los residuos sólidos y de la lixiviación de componentes desde el sólido al líquido.

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviados de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.

La investigación fue de tipo aplicada de naturaleza experimental, que presenta la manipulación de la variable independiente, mediante este motivo para obtener cambios en la variable dependiente de la investigación. Se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-01 y después del tratamiento, RS-03, concluyendo que en ambos puntos exceden los límites máximos permisibles en cuatro (04) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales. Asimismo, se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-02, concluyendo los valores están dentro de los límites máximos permisibles de los seis (06) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, Cianuro Total, Cromo Hexavalente, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales.

Palabras clave: Gestión Integral de Residuos Sólidos, Relleno Sanitario, Lixiviados, Generación de lixiviados, Parámetros fisicoquímicos, Hipoclorito de Calcio.

ABSTRACT

In a sanitary landfill, leachate is the product of the transfer of water through solid waste and the leaching of components from solid to liquid.

The objective of this research was to determine the influence of calcium hypochlorite on the physicochemical parameters of leachates from a Sanitary Landfill - La Libertad Region. The research was of an applied type of an experimental nature, which presents the manipulation of the independent variable, through this motive to obtain changes in the dependent variable of the research. The physicochemical parameters of leachates from the Sanitary Landfill were characterized before the treatment with calcium hypochlorite at the sampling point, RS-01 and after the treatment, RS-03, concluding that in two points they exceed the maximum permissible limits in four (04) physicochemical parameters, Oils and fats, BOD₅, COD, Total Suspended Solids. Likewise, the physicochemical parameters of leachates from the Sanitary Landfill were characterized before the treatment with calcium hypochlorite at the sampling point, RS-02, concluding the values are within the maximum permissible limits of the six (06) physicochemical parameters, Oils and fats, Total Cyanide, Hexavalent Chromium, BOD₅, COD, Total Suspended Solids.

Keywords: Comprehensive Solid Waste Management, Sanitary Landfill, Leachates, Leachate Generation, Physicochemical Parameters, Calcium Hypochlorite

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Los residuos sólidos se ha vuelto un problema de carácter mundial que progresivamente, viene asumiendo dimensiones críticas para la mayoría de los países debido a los impactos ambientales negativos significativos que han generado en el ambiente al pasar de los años, viéndose hoy en día como resultado la contaminación en el suelo, agua y aire. Esto se desencadena por la falta de controles en su debido momento, así también se debe a los factores como el crecimiento demográfico, el urbanismo, la industrialización, la producción a gran escala y el estilo de vida del consumismo (usar y desechar), a esto se le suma un factor aún más crítico, la cultura de las personas. En una investigación acerca de la cultura como estrategia para el desarrollo, detalla que la población aún no tiene una cultura basada en valores como el respeto y solidaridad al cuidado del medio ambiente, así como tampoco lleva un estilo de vida de reúso y aprovechamiento para minimizar la generación de residuos sólidos,

Uno de los problemas ambientales que ocasiona grandes afectaciones sobre el agua y suelo, es la generación de lixiviados procedentes de la disposición final de los residuos sólidos en un relleno sanitario. (Insa J., 2009).

La generación de lixiviados crece en todo el mundo a medida que pasa el tiempo. Tanto en América, Asia, Australia, África y Europa, los índices de estos líquidos han crecido en los últimos años ampliamente. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, el volumen total de residuos generados en Europa aumenta año tras año. También se habla de un gran aumento de estos líquidos en Estados Unidos y Australia. Arbeláez, M., García, Juan. (2010).

Montalvo & Quispe (2018), reportan contaminación de acuíferos y aguas superficiales en países de Sudamérica como México, Colombia y Argentina. Ocasionado por

la infiltración de lixiviados de rellenos sanitarios y como resultado de una pobre gestión de estos, afectando la calidad de agua de la cual se abastece la población.

El manejo y la eliminación de residuos sólidos domésticos son problemas críticos en las áreas urbanas de América Latina. En Colombia, por lo general, el destino final de estos residuos es su disposición en rellenos sanitarios. Aunque los rellenos que existen en la actualidad poseen diversidad de problemas operativos, encontrándose con mayor frecuencia el inadecuado tratamiento de los lixiviados. (Noguera, K., Olivero, J., 2010).

En el plano nacional, las organizaciones y las familias con el transcurrir de los años han ampliado la edad de desechos sólidos, de esta manera, la generación de numerosos derrochadores, lo que se suma a un enorme factor de contaminación natural, perjudica el crecimiento de las personas. Por ejemplo, en Perú, una evaluación dirigida por Perú Waste Innovation (PWI) reveló que los desperdicios en Lima Metropolitana se han extendido de 6.300 toneladas por día a 9.950 toneladas por día. (Diario el Comercio, 2010).

En Perú, se ha demostrado la lixiviación de compuestos tóxicos para el ambiente y la salud a través de investigaciones como las de Correa, M., Montalván, B., Pezo, R., & Verdi, L. (2007); Cobos & Costa, (2011). En dichas investigaciones se evidencia la presencia de lixiviados en rellenos sanitarios de la Amazonía peruana que actúan como tóxicos a la biota del suelo (Cobos & Costa, 2011) y que generan impactos debido a la ubicación de la infraestructura (Correa et al., 2007).

En la provincia de Pataz, región La Libertad, Cerro El Gigante, se tiene un Relleno Sanitario en operación en el cual se realiza la operación de la disposición final de residuos orgánicos y residuos generales (no aprovechables), generados por una población de la unidad minera de aproximadamente 4500 personas. El relleno Sanitario El Gigante cuenta con controles ambientales, establecidos por normativa, siendo así que los lixiviados son tratados mediante insumos químicos, sin embargo se quiere conocer la caracterización de los

lixiviados generados por la descomposición de los residuos orgánicos y generales (no aprovechables), con la finalidad de identificar los componentes que exceden sus concentraciones, siendo posibles contaminantes para el medio ambiente, además de verificar la eficiencia de un tratamiento fisicoquímico.

Justificación

La presente investigación es conveniente debido a que tiene por finalidad caracterizar los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y analizar la influencia del hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos, aceites y grasas, cianuro total, cromo hexavalente, DBO5, DQO, Sólidos Suspendedos Totales (STS), de lixiviado de un Relleno Sanitario, considerado un efluente minero. Hoy en día, la falta de controles de ingeniería, administrativos y de seguridad puede generar impactos ambientales negativos en el entorno, trayendo consigo consecuencias irremediables que al final de un conflicto solo deja un pasivo ambiental, es por ello la importancia de identificar correctamente un aspecto ambiental y establecer los controles que ameriten, siendo estos eficientes para una operación que contribuya con el desarrollo sostenible. Asimismo, este estudio de investigación permitirá evaluar la eficiencia de un tratamiento fisicoquímico a través del uso de insumos químicos, en este caso hipoclorito de calcio, permitiendo evaluar si la dosificación de este insumo es adecuada para el tratamiento, o quizá no sea el insumo correcto para este tratamiento.

El presente estudio es de utilidad metodológica porque va a servir como modelo a futuro para aquellas investigaciones que quieran verificar la eficiencia de un tratamiento fisicoquímico mediante el uso de hipoclorito de calcio sobre el lixiviado de un Relleno Sanitario en cualquier otro contexto con una realidad problemática parecida.

Antecedentes

Para elaborar la presente investigación, se ha recopilado información de diferentes estudios; los cuales, han servido para enriquecer nuestras variables, estas se muestran a continuación:

Chiemchaisri et al. (2018). “Characterization of Landfill Leachates and Sediments in Major Cities of Indochina Peninsular Countries - Heavy Metal Partitioning in Municipal Solid Waste Leachate. *Environments - MDPY*, 5(6), 65”. Recolectaron muestras de lixiviados y sedimentos de los desagües, estanques y pozos de desechos de tres rellenos sanitarios en la península de Indochina para investigar el nivel de contaminación de los parámetros bioquímicos, especialmente los metales pesados. Concluyeron que los cambios en las calidades de los lixiviados se deben principalmente a las condiciones del relleno sanitarios, tales como: la cobertura del suelo, el nivel de compactación de los residuos, el espesor de los desechos, el método de vertido y el almacenamiento de los lixiviados, y que estas condiciones conducen a diferentes niveles de dilución y reacción bioquímica del lixiviado. Las concentraciones de los parámetros fueron más altas en la estación seca que en la estación húmeda para todas las muestras de lixiviados frescos. La mayoría de los metales pesados se dividieron en sólidos suspendidos y no mostraban cambios significativos según la estación climatológica.

Naveen et al. (2016). “Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate”. Se plantean hacer una caracterización físico-química y biológica de los lixiviados de los rellenos sanitarios e intentan identificar las relaciones entre los parámetros clave junto con la comprensión de los diversos procesos para las transformaciones químicas en los mismos. Asimismo, revelan la precipitación química y la co-precipitación como los procesos vitales en los sistemas de estanques de lixiviados que resultan en la acumulación de trazas de metales. Lo relevante para el presente proyecto de

investigación es lo referente a los procesos imprescindibles en los sistemas de estanques de lixiviados que resultan en la acumulación de trazas de metales. Asimismo, la correlación encontrada entre ambientes bacterianos y comunidades redox. Y el uso del índice de contaminación por lixiviados (LPI) para evaluar la calidad y el potencial de contaminación de un lixiviado.

Ziyang et al., (2009). “Natural attenuation and characterization of contaminants composition in landfill leachate under different disposing ages, Since of the total environment”, Detallan, los rellenos sanitarios liberan una amplia gama de compuestos debidos a la degradación de los residuos en todo su ciclo de vida. En Colombia no existen normas que regulen los niveles máximos de contaminantes en lixiviados para su descarga en cuerpos de agua o suelo. Sin embargo, países avanzados como Alemania, Estados Unidos, Francia, Hong Kong y Korea del Sur cuentan con normativas que con el paso del tiempo se han vuelto más exigentes. En la actualidad, aunque existen practicas ingenieriles y control para la protección del medio ambiente de los alrededores de un relleno sanitario con la aplicación de tratamientos y control en la migración de los lixiviados, los resultados no han sido del todo satisfactorios.

Cortez et al., (2009). “Fenton’s oxidation as post-treatment of a mature municipal landfill leachate, Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology”. Mediante sus investigaciones resume que los tratamientos biológicos han mostrado ser efectivos cuando se aplican en lixiviados jóvenes, los cuales son ricos en ácidos grasos volátiles. Sin embargo, estos métodos no son efectivos en el tratamiento de lixiviados maduros, para rellenos de entre 5 a 10 años o mayores, debido a su baja relación DBO5/DQO (normalmente menor a 0.3) y a su alto contenido de sustancias recalcitrantes.

Foo y Hameed, (2009). “An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process, Journal of Hazardous Materials”. Concluye que los

contaminantes líquidos generados en un relleno sanitario, también conocidos como lixiviados, producidos principalmente cuando un caudal de agua pasa a través de los residuos, son una amenaza para el suelo de los alrededores, para el agua subterránea e incluso para el agua superficial. La composición de los lixiviados es un indicador tanto del tipo como de la etapa de los procesos que ocurren dentro del relleno sanitario, siendo un conocimiento necesario para la implementación e instalación de un tratamiento factible. Los lixiviados son caracterizados como una solución acuosa que contiene los siguientes cuatro grupos de contaminantes: materia orgánica disuelta, macrocomponentes inorgánicos, metales pesados y compuestos orgánicos xenobióticos.

Reyes J., Ramirez J., Lazaro O., Carreon C. Y Martin M., (2008). “Assessment of groundwater contamination by landfill leachate: A case in México”, estudiaron el impacto en la calidad del agua subterránea en las cercanías de un relleno sanitario en Gazipur, India; encontrando que ésta fue significativamente afectada por la infiltración de los lixiviados al subsuelo.

Kassassi et al., (2008) “Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill, Bioresource Technology”, realizó una investigación acerca de la caracterizaron de muestras de suelo de un relleno sanitario clausurado en Thessaloniki, Grecia; encontrando concentraciones de metales pesados que fueron fuertemente dependientes de los patrones de disposición de residuos municipales e industriales.

Renou et al., (2008). “Landfill leachate treatment: Review and opportunity, Journal of hazardous materials”, En su trabajo de investigación detalla que, Existen varios tratamientos para los lixiviados generados en un relleno sanitario entre los cuales se encuentran los tratamientos convencionales, los cuales incluyen tratamientos biológicos, recirculación y tratamientos fisicoquímicos; en la actualidad se estudian tratamientos nuevos, los cuales aplican en general la tecnología de membranas. Sin embargo, el mayor

reto en el tratamiento de los lixiviados es la aplicación de metodologías que combinan los métodos convencionales con tecnologías nuevas, ya que han mostrado tener mayor eficiencia en la remoción de los contaminantes.

Malavé & Muñoz (2020). Monitoreo de la contaminación por los lixiviados generados en el relleno sanitario de la Empresa Pública EMASA del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena–Ecuador. Enfatizan que los lixiviados presentan gran contaminación de todo tipo, por ejemplo: contaminación por patógenos, descomposición de la materia orgánica, la contaminación por nutrientes y por sustancias tóxicas. Es así como se proponen monitorear los lixiviados generados en un relleno sanitario. Según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua (TULSMA), consideran los parámetros DBO₅, DQO, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, pH, color, olor y metales pesados (plomo-mercurio). Los análisis fisicoquímicos se utilizaron para determinar el grado de contaminación que producen los lixiviados en el ambiente. Del análisis de laboratorio que realizaron concluyeron que los niveles de contaminación sobrepasan lo establecido por el TULSMA para descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas dulces. Sin embargo, de la aplicación de la prueba estadística T-Student, para esas variables, se concluyó que las concentraciones eran no significativas.

Gómez, E. (2018). “Afectaciones Ambientales de los lixiviados generados en los Rellenos Sanitarios sobre el recurso agua”, cuyo objetivo general fue identificar las afectaciones ambientales de los lixiviados generados en los rellenos sanitarios sobre el agua. El desarrollo de la matriz Leopold, pudo corroborar que el lixiviado joven es el que produce mayor afectación ambiental sobre el recurso agua, seguida del lixiviado intermedio y el viejo. Los tratamientos fisicoquímicos siempre serán necesarios para la eficiencia y efectividad, de todo un sistema de tratamiento de aguas residuales o para este caso de

lixiviados de un relleno sanitario. El tratamiento de lixiviados por evaporación se concluye como una técnica viable ya que es sostenible y no requiere de abastecimiento de energía para equipos mecánicos.

Según indica la Universidad de Costa Rica, (2018). “Rellenos sanitarios: ¿una bomba de tiempo para el ambiente? Malas prácticas en el manejo de residuos y poco control los convierten en una amenaza”. El relleno sanitario es, a grandes rasgos, el método más utilizado en el país para la disposición final de los residuos sólidos y consiste en depositar en el suelo estos materiales, cubrirlos con una capa de tierra y compactar el material. Estos sitios deben cumplir con principios básicos como el control de los líquidos y lixiviados, generados por el proceso de descomposición de los sólidos, así como de los gases producidos, sustancias que pueden generar daños a los mantos acuíferos y al ambiente. Concluyó en que, la importancia de tener un buen control en los rellenos sanitarios va más allá de la estabilidad misma. Además, existe el impacto ambiental sobre los mantos acuíferos, los malos olores y las pestes que acompañan estas obras cuando no hay buenos controles.

Chávez Montes, Wendy. (2011). En su tesis “Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. De Chihuahua, México”, evaluó si los lixiviados generados en el relleno sanitario representan un riesgo en la contaminación de aguas subterráneas y el suelo de los alrededores. Planteó una metodología que combina métodos fisicoquímicos, así como tecnologías nuevas para el tratamiento de dichos lixiviados sin recurrir a la dilución. Se sometió el lixiviado a un tren de tratamiento compuesto por cuatro etapas que incluyeron: procesos de coagulación /floculación /sedimentación; adsorción con carbón activado; oxidación química y membranas de ósmosis inversa. Además, se caracterizó las remociones después de cada etapa del tratamiento para los siguientes parámetros básicos, en donde alcanzaron remociones totales después del tren completo de tratamiento de 92%, 68%, 63%,

46% y 45% para DQO, DBO5, nitrógeno total, ST y SDT respectivamente.

Lapeyre, M. Pequeño, Juan. (2019). “Efecto de la Oxidación Fenton sobre la Materia Orgánica de los Lixiviados de la Infraestructura y Disposición Final de Residuos Sólidos de Cajamarca, 2019”. El presente estudio de investigación evaluó el efecto de la oxidación Fenton sobre la materia orgánica de los lixiviados en la infraestructura y disposición final de residuos sólidos. Mediante el uso de reactivos: Peróxido de hidrógeno, sulfato ferroso y ácido sulfúrico, en un determinado tiempo de 2, 12, 24 horas, demostrando la reducción de la demanda química de oxígeno para la poza1: 1505.1, 718, 314, mg/L; para la poza 2: 1400.8, 739, 301 mg/L; para la poza 3: 1041.3, 1005, 346 mg/L y para demanda bioquímica de oxígeno en la poza 1: 254, 329, 166 mg/L; para la poza 2: 335, 252, 151 mg/L; para la poza 3: 266, 299, 144 mg/L respectivamente. Tomando un punto de muestreo en cada una de las tres pozas de lixiviación. La conclusión de esta investigación detalla la efectividad de la oxidación química avanzada de Fenton para tratamiento de aguas residuales de lixiviados.

Astorga, E. (2018). “Tratamiento de lixiviados del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Puno con surfactantes aniónico”. La generación de lixiviados en un relleno sanitario está en función de condiciones climatológicas (precipitación, temperatura, humedad, evapotranspiración, radiación), propiedades del suelo, humedad de residuos y metodología de trabajo en el relleno, aunque los 2 factores más importantes son la precipitación y la humedad del residuo sólido. El trabajo menciona en su método experimental las técnicas de muestreo de los lixiviados, dicho muestreo se realizó acorde a la RM 273-2013-VIVIENDA, Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. La utilidad de esta investigación radica en que los lixiviados se pueden considerar como efluentes de plantas de tratamiento de agua residual para realizar una metodología de monitoreo y que se debe considerar la pluviometría de la zona y la humedad del residuo al momento de tener los

resultados del muestreo.

Pérez (2017).” Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de San José- Andahuaylas, Apurímac”. Realizó un muestreo y análisis de lixiviados en el botadero de San José en Andahuaylas. El muestreo de lixiviados fue realizado de acuerdo con el Protocolo de Toma de Muestras de Aguas Residuales de Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Amazonia de Colombia (2010), que menciona recomendaciones para el muestreo de lixiviados, parámetros y la preservación de las muestras. Se tomaron muestras simples de los puntos según lo recomendado por dicho documento. Los parámetros que se analizaron fueron pH, DBO5, DQO, y metales pesados recomendados por la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. Esta investigación es de utilidad porque brinda parámetros de referencia para monitorear lixiviados, así como brinda el procedimiento para dicho monitoreo, lo cual también se puede tomar como referencia para los objetivos del presente trabajo.

Según especifica el Ministerio del Ambiente en su Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016-2024), Actualmente, el principal problema del manejo de residuos sólidos en el Perú es la escasez de lugares adecuados destinados a su disposición final, se estima que el país requiere de 190 infraestructuras para la disposición final de residuos sólidos, sin embargo, en el año 2014 existían solo 11 rellenos sanitarios con todos los permisos y autorizaciones correspondientes, y 10 instalaciones para la disposición de residuos del ámbito no municipal a nivel nacional. La sensibilización de la población, centros educativos e instituciones sobre el correcto manejo de residuos sólidos; el fortalecimiento operativo del área de limpieza pública y la construcción de infraestructura de residuos sólidos incluyendo instalaciones de disposición final adecuadas. Como resultado, al término del año 2015, se contaban con un total de 21 instalaciones adecuadas de disposición final a nivel nacional.

De acuerdo con el D.L. N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos – MINAM, (2016) Señala en el artículo 2, La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas, las cuales se definirán en el reglamento del presente Decreto Legislativo emitido por el Ministerio del Ambiente.

Carrera (2014) En su tesis, "Gestión ambiental de residuos sólidos para la ciudad de Chilate - Cajamarca", la investigación de diseño experimental llega a la conclusión final que en la caracterización de los residuos sólidos, la materia orgánica constituye el 46%, de los desperdicios que se genera, una generación Per Cápita de 0,419 Kg/hab./día, y teniendo en cuenta la población actual se tiene una producción estimada de 1.2 toneladas al día. La inadecuada disposición de los residuos sólidos en lugares no autorizados está generando impactos ambientales negativos, contaminando el medio ambiente generando malestar en la población, provocando infecciones respiratorias, irritaciones de vista, percepción de malos olores. De igual forma se contamina los recursos hídricos, deteriorando el ecosistema acuático, las tierras agrícolas, las plantaciones; así mismo, contribuye en la contaminación de áreas turísticas, de calles, desmereciendo el valor que tienen estos lugares

Alaba (2013) En su tesis, "Gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca", llega a la conclusión que los rellenos sanitarios son más útiles cuando se reduce, reúsa, recicla y se disminuye la cantidad de los residuos sólidos; protegiendo de

esta manera el suelo el agua y el aire. La disminución de los volúmenes de residuos recolectados se realizará por un programa propuesto de segregación en la fuente, involucrando a los que realizan la segregación en la etapa de recolección selectiva. La actividad de segregación, selección, y comercialización de residuos sólidos representa una oportunidad de generar recursos económicos y de crear empresa con buen nivel de proyección a la sostenibilidad y crecimiento. Así mismo, el valor económico que se le debe dar a los residuos sólidos ya sea reduciendo, rehusando o reciclando, así como para producir compost, favoreciendo a la agricultura. Para ello, debe realizarse alianzas con los segregadores y recicladores, acción que actualmente se viene promoviendo por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, y que está sirviendo de modelo para su futura implementación en todos los distritos y provincias de nuestra región.

Marco Conceptual

Gestión Integral de Residuos Sólidos, De acuerdo con el Decreto Legislativo N° 1278. (2016), Es toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos. La gestión integral de residuos comprende las medidas necesarias para proteger la salud individual y colectiva de las personas, en armonía con el ejercicio pleno del derecho fundamental a vivir en un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección

de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas. Aspectos generales y obligaciones del Generador No Municipal, los generadores de residuos sólidos no municipales deben contemplar en el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos No Municipales, la descripción de las operaciones de minimización, segregación, almacenamiento, recolección, transporte, valorización y disposición final de los residuos sólidos generados como resultado del desarrollo de sus actividades productivas, extractivas o de servicios. El manejo de los residuos sólidos no municipales se realiza a través de las EO-RS, con excepción de los residuos sólidos similares a los municipales. Decreto Supremo N° 014-2017-Ministerio del Ambiente. (2017). De acuerdo con el Decreto Legislativo N° 1278 (2016), Tenemos las operaciones y procesos del Manejo de Residuos No Municipales, El manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos; a) Segregación, La segregación de residuos debe realizarse en la fuente o en infraestructura de valorización de residuos debidamente autorizada. Queda prohibida la segregación en las áreas donde se realiza de disposición final de los residuos. b) Almacenamiento, El almacenamiento es de exclusiva responsabilidad de su generador hasta su entrega al servicio municipal correspondiente, sea éste prestado en forma directa o a través de terceros, en el tiempo y forma que determine la autoridad. El almacenamiento de residuos municipales y no municipales se realiza en forma segregada, en espacios exclusivos para este fin, considerando su naturaleza física química y biológica, así como las características de peligrosidad, incompatibilidad con otros residuos y las reacciones que puedan ocurrir con el material de recipiente que lo contenga, con la finalidad de evitar riesgos a la salud y al ambiente. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). Los residuos generados en espacios públicos son almacenados en contenedores debidamente acondicionados de acuerdo con criterios sanitarios y ornamentales, y su implementación y

manejo son de responsabilidad de la municipalidad donde se encuentre. c) Recolección, La recolección de los residuos debe ser selectiva y efectuada de acuerdo con las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente. Los recicladores y/o asociaciones de recicladores debidamente formalizados se integran al sistema de recolección selectiva implementado por la municipalidad correspondiente. La recolección selectiva se realiza de acuerdo con los requerimientos de valoración posterior u otros criterios que defina la autoridad local. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). d) Valorización, La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). e) Transporte, El transporte constituye el proceso de manejo de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades u Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas, consistente en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final, según corresponda, empleando los vehículos apropiados cuyas características se especificarán en el instrumento de normalización que corresponda, y las vías autorizadas para tal fin. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). f) Transferencia, Es el proceso que consiste en transferir los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad a otro de mayor capacidad, para luego continuar con el proceso de transporte. La transferencia se realiza en infraestructura autorizada para tal fin. No se permitirá el almacenamiento temporal de los residuos en estas instalaciones, por más de doce horas. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). g) Tratamiento, Son los procesos, métodos o técnicas que permiten modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final. Deben ser desarrollados por las municipalidades o las Empresa

Operadoras de Residuos Sólidos en las instalaciones autorizadas. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). h) Disposición final, Los residuos que no puedan ser valorizados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentadas, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente. Decreto Legislativo N° 1278. (2016).

Relleno Sanitario, De acuerdo con el Decreto Legislativo N° 1278 (2016); Es la instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos en los residuos municipales a superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. Son consideradas infraestructuras de disposición final de residuos los rellenos sanitarios, los rellenos de seguridad y las escombreras.

Los rellenos sanitarios se clasifican en, Relleno sanitario manual, cuya capacidad de operación diaria no excede a seis (06) toneladas métricas (TM.); ii) Relleno Sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es más de seis (06) hasta cincuenta (50) TM; iii) Relleno Sanitario mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta (50) TM. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). Las instalaciones del relleno sanitario deben cumplir como mínimo con lo siguiente: a) Impermeabilización de la base y los taludes del relleno para evitar la contaminación ambiental por lixiviados ($k \leq 1 \times 10^{-6}$ cm/s y en un espesor mínimo de 0.40 m); salvo que se cuente con una barrera geológica natural para dichos fines, lo cual estará sustentado técnicamente. Decreto Legislativo N° 1278. (2016). De no cumplir con las condiciones antes descritas, la impermeabilización de la base y los taludes del relleno deben considerar el uso de geomembrana con un espesor mínimo de 1.2. mm y el uso de geotextil entre la geomembrana; b) Drenes de lixiviados con planta de tratamiento o sistema de recirculación interna de los mismos; c) Drenes y chimeneas de evacuación y control de gases; d) Canales perimétricos de intersección y

evacuación de aguas de escorrentía superficial; e) Barreras sanitarias, que pueden ser barreras naturales o artificiales que contribuyan a reducir los impactos negativos y proteger a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales; f) Pozos para el monitoreo de agua subterránea, en caso corresponda; g) Sistemas de monitoreo y control de gases y lixiviados; h) Señalización y letreros de información conforme a la normativa sobre seguridad y salud en el trabajo; i) Sistema de pesaje y registro; j) Control de vectores y roedores; k) Instalaciones complementarias, tales como caseta de control, oficinas administrativas, almacén, servicios higiénicos y vestuario. Las operaciones mínimas que deben realizarse en un relleno sanitario son: a) Recepción, pesaje y registro del tipo y volumen de los residuos sólidos; b) Nivelación y compactación diaria para la conformación de las celdas de residuos sólidos; c) Cobertura diaria de los residuos con capas de material que permita el correcto confinamiento de los mismos; d) Compactación diaria de la celda en capas de un espesor no menor de 0.20 m.; e) Cobertura final con material de un espesor no menor de 0.50 m; f) Monitoreo de los parámetros establecidos en la línea base para la calidad del aire, suelo, ruido y agua superficial o subterránea, en caso corresponda; g) Mantenimiento de pozos de monitoreo, drenes de lixiviados, chimeneas para evacuación y control de gases, canaletas superficiales. Decreto Legislativo N° 1278 (2016).

Parámetros Fisicoquímicos, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 010-1010-MINAM. (2010). El parámetro es cualquier elemento sustancia o propiedad física, química, o biológica del efluente líquido de actividades minero-metalúrgico que define su calidad y que se encuentra regulado por este decreto. Las propiedades fisicoquímicas son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante diferentes acciones externas, como el calentamiento, las deformaciones o el ataque de productos químicos. Estas propiedades son debidas a la estructura microscópica del material; es la configuración electrónica de un átomo la que determina los tipos de enlaces atómicos y son éstos los que contribuyen a forjar

las propiedades de cada material. Laboratorios Anderson (2018), detalla, El análisis fisicoquímico es un método que permite determinar en los análisis de productos químicos la naturaleza de las interacciones entre los componentes de un sistema mediante el estudio de las relaciones entre las propiedades físicas y la composición del sistema, por lo tanto, los análisis fisicoquímicos consisten en la medición de diversas propiedades físicas de los sistemas. Los parámetros fisicoquímicos que se analizan en esta investigación del lixiviado de un relleno sanitario son seis, y se detalla a continuación,

Aceites Y Grasas; Los aceites y grasas están compuestos de triglicérido, que son ésteres de una molécula de glicerina que contienen tres ácidos grasos. (Primo, 2007).

Cianuro Total, el cianuro es un contaminante que se origina principalmente en los procesos metalúrgicos, galvánicos y otros procesos industriales como la extracción de oro y plata. Debido a que es venenoso para el sistema nervioso humano, es imperativo controlar los niveles de cianuro en el agua potable. Es la suma de los cianuros orgánicos, iones de cianuro libre, complejos cianurados y cianuro ligado a metales simples (excepto el cianuro en complejos de cobalto), pero no incluye a los tiocianatos (SCN^-). El boletín de novedades de Jenck (2008).

Cromo Hexavalente, son un grupo de sustancias químicas que tiene propiedades beneficiosas, como resistencia a la corrosión, durabilidad y dureza. Estos compuestos se han usado en amplia medida como anticorrosivos y para fabricación de pigmentos, acabado de metales y cromados, producción de acero inoxidable, curtido de cueros y conservantes para madera. También se han usado en procesos de teñido en la industria textil, tintas de impresión, lodos de perforación, fuegos artificiales, tratamiento de aguas y síntesis de sustancias químicas. Instituto Nacional del Cáncer (2015).

El cromo hexavalente, un compuesto tóxico que a veces se encuentra en el agua, es una forma cancerígena del cromo metálico en estado de oxidación. También se conoce como

chromo-6 o Cr (VI). Es inodoro e insípido, y se puede encontrar naturalmente en rocas, suelo y plantas. También puede provenir de fuentes industriales, encontrando su camino en nuestra agua potable a través de la erosión y fugas. (Fluence News Team, 2020).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), La DBO₅ es la cantidad de oxígeno utilizado por microorganismos heterótrofos para transformar la materia orgánica metabolizable en anhídrido carbónico, agua y productos finales, el resultado se expresa en mg/L. Baird, 2002, mencionado por Gil, (2006). La DBO₅ expresan la materia orgánica en términos generales, pero no indican su composición, la cual es muy variada. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos. DBO₅, es el parámetro de contaminación orgánica. Es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), nitrógeno oxidable (nitrosomas y nictrobacter), compuestos químicos reductores (se oxidan con el oxígeno disuelto). (Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA”, S.F.)

Demanda Química de Oxígeno (DQO). Es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido, bajo condiciones preestablecidas por la oxidación química de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Los parámetros DBO y DQO aportan informaciones diferentes por lo que, frecuentemente se usan los dos en las medidas de la calidad química del agua. Normalmente, los valores de la DQO son mayores que los de la DBO, porque el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. DQO es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L y se emplea un oxidante (dicromato potasico) que se determina en tres horas y, en la mayoría de

los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo, la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales, el valor de la DQO es mayor que el de la DBO5. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente, y su contenido es de materia orgánica, de carbohidratos, proteínas, grasas e inorgánico (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros). (Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA”, S.F.)

Sólidos Suspendidos Totales (SST), Los SST es la concentración de partículas retenidas en un medio filtrante, con un tamaño de filtro de 1.5 micrómetros de diámetro (Sánchez, 2011). Estos sólidos no se pueden eliminar por deposición y la unidad de medida es en mg/L o en ppm. (Elías, 2012)

Lixiviados, Dentro de un relleno sanitario, los lixiviados son producto de la transferencia de agua a través de los residuos sólidos y de la lixiviación de componentes desde el sólido al líquido. Son considerados como un residuo líquido con un gran impacto ambiental, por su significativa concentración de amonio, materia orgánica y sales. Sin embargo, la composición de estos varía dependiendo de la naturaleza de los residuos, características del suelo, patrones de lluvia y, en gran parte, a la edad del relleno. Astorga Del Canto, Catalina, (2018). Para poder acotar la variabilidad de estos líquidos se pueden clasificar como Tipo I (Jóvenes), II (Intermedio) y III (Viejo) (Tabla 1). Los lixiviados jóvenes tienen una alta concentración de materia orgánica biodegradable (ácidos grasos volátiles), que disminuye conforme aumenta la edad del relleno, debido a la descomposición anaeróbica. Además, poseen altas demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y demanda química de oxígeno (DQO), que determinan el índice de biodegradabilidad (DBO5/DQO) del lixiviado. A medida que los ácidos grasos volátiles disminuyen y aumenta la edad de los

lixiviados, la materia orgánica es dominada por compuestos inorgánicos refractarios, que resisten altas temperaturas sin descomponerse. Asimismo, la concentración de amoníaco aumenta junto con la edad del relleno, debido a la fermentación de la materia orgánica. Astorga Del Canto, Catalina, (2018).

Tabla 1. *Caracterización de lixiviado*

Tipo de lixiviado	Joven	Intermedio	Viejo
Edad (años)	< 5	5 – 10	➤ 10
PH	< 6.5	6.5 – 7.5	> 7.5
DBO5/DQO	> 0.5	0.1 – 0.5	< 0.1
DQO	➤ 15000	5000 – 15000	< 5000
N-NH3 (mg/L)	< 400	-	> 400
Metales pesados (mg/L)	➤ 2	< 2	< 2

Fuente: Elaboración Propia

Generalmente, el tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario presenta grandes problemas técnicos, debido a la alta DQO, concentración de ión amonio y, a la presencia de compuestos tóxicos de origen orgánico e inorgánico. Se deben complementar métodos de tratamiento químico, físicos y biológicos, debido a que es muy difícil obtener resultados satisfactorios utilizando sólo uno de estos métodos Astorga Del Canto, Catalina, (2018). Se pueden definir los lixiviados como el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión. Los lixiviados están formados por el líquido que entra en el relleno desde fuentes externas tales como el drenaje superficial y la lluvia; y en su caso del líquido producido por la descomposición de los residuos. El lixiviado contiene diversos constituyentes derivados de la solubilización de los materiales depositados en el vertedero y de los productos de reacciones químicas y bioquímicas que se producen dentro del vertedero. Los lixiviados se pueden considerar como un tipo muy específico de agua residual los cuales están compuestos por una alta carga orgánica, compuestos orgánicos solubles y constituyentes inorgánicos. Ya que los lixiviados son un tipo tan complejo de agua

residual, las tecnologías utilizadas para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales pueden ser combinadas como trenes de tratamiento para alcanzar de una forma satisfactoria los estándares que apliquen para su descarga. Chávez Montes, Wendy. (2011). Contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Los lixiviados han sido identificados como una fuente potencial en la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, ya que estos se pueden infiltrar a través del suelo provocando contaminación principalmente del agua si éstos no son propiamente recolectados, tratados y llevados a una segura disposición final. La contaminación del agua subterránea debidas a la infiltración en ésta, de lixiviados generados en rellenos sanitarios puede ocurrir en alguna de las siguientes formas; Adición de DBO₅ y DQO, los cuales no se encuentran presentes de una forma natural en el agua subterránea; agotamiento del oxígeno disuelto; contaminación por virus y bacterias; incremento en el contenido de minerales (cloros, sulfatos, bicarbonato, sodio y potasio); adición de metales pesados; adición de compuestos orgánicos complejos (pesticidas, hidrocarburos, productos químicos industriales); Eutrofización (nitrógeno y fosforo). Chávez Montes, Wendy. (2011).

La Generación de Lixiviados, Depende de la naturaleza de los residuos, es decir, su contenido de humedad y su grado de compactación. Su producción es mayor cuando es menos compactado. Hay varios factores que afectan la composición de los lixiviados, por ejemplo, la precipitación, la variación estacional del clima, el tipo y composición de los residuos que a su vez depende de la calidad de vida de la población y la estructura del relleno sanitario, además de la edad del relleno. Chávez Montes, Wendy. (2011), describe las reacciones que se producen en un relleno sanitario, así como las etapas de generación de gas de vertedero y composición de lixiviados como se indica a continuación;

Reacciones biológicas, las reacciones biológicas más importantes que se producen en lo rellenos sanitarios son aquellas que afectan a la materia orgánica de los Rellenos Sanitarios

Urbanos, que evoluciona produciendo gas de vertedero y, eventualmente, líquidos. El proceso de descomposición biológica normalmente sucede aeróbicamente durante un corto periodo de tiempo, inmediatamente después de la evacuación de los residuos, hasta que se agota el oxígeno inicialmente presente. Durante la descomposición aerobia el gas producido es el CO₂. Una vez consumido el oxígeno, la descomposición pasa a ser anaerobia y la materia orgánica se convierte en CO₂ y CH₄, y cantidades traza de amoníaco y sulfuro de hidrogeno. También se producen un gran número de reacciones bioquímicas. Por el número de interrelaciones, es difícil determinar las condiciones que existen en cualquier vertedero o porción de vertedero para un momento dado. Reacciones químicas, las reacciones químicas más importantes incluyen, a) La disolución y arrastre en suspensión de los materiales de los residuos y de productos de conversión biológica en los líquidos que se filtran a través de los residuos. b) Evaporación de compuestos químicos y de agua en el gas de vertedero. c) Absorción de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles en el material vertido. d) La deshalogenación y descomposición de compuestos orgánicos. e) Reacciones de oxidación-reducción que afectan a metales y a la solubilidad de las sales metálicas. Chávez Montes, Wendy. (2011).

La disolución en el lixiviado de productos de conversión biológica y de otros compuestos, particularmente compuestos orgánicos, es de especial importancia porque estos materiales pueden salir del vertedero con el lixiviado. Estos compuestos orgánicos, a continuación, pueden entrar en la atmósfera, bien a través del suelo cuando el lixiviado ha salido de un vertedero sin revestimiento, o bien a través de instalaciones descubiertas para el tratamiento del lixiviado.

Procesos físicos, Entre los cambios físicos más importantes que se producen en los vertederos están la difusión lateral de los gases en el vertedero y la emisión de los gases al medio circundante, el movimiento del lixiviado dentro y hacia abajo del vertedero a través

del suelo, y el asentamiento causado por la consolidación y descomposición del material vertido. Mientras que se está produciendo gas dentro de un vertedero, la presión interna puede crecer, causando roturas en la cubierta del vertedero y, por lo tanto, escapes. El agua que entra en el vertedero a través de la cubierta rota puede aumentar la velocidad de producción del gas, causando todavía más roturas. Otra inquietud importante es la migración del lixiviado. Como el lixiviado migra hacia abajo, puede llevar compuestos y materiales hasta nuevos puntos donde puedan reaccionar con facilidad. El lixiviado se introduce en los poros de aire del vertedero, interfiriendo así en la migración del gas de vertedero. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Generación del gas de vertedero y composición de lixiviados

Etapa I. Ajuste Inicial, Los componentes orgánicos biodegradables de los residuos sólidos sufren descomposición microbiana mientras se colocan en el vertedero y poco después. Se produce descomposición biológica bajo condiciones aerobias, porque hay cierta cantidad de aire atrapado dentro del vertedero. Chávez Montes, Wendy. (2011). La fuente principal de organismos, aerobios y anaerobios, responsables de la descomposición de los residuos es el material del suelo que se utiliza como cubierta diaria y final.

Etapa II. Fase de Transición, Desciende el oxígeno y comienza a desarrollarse condiciones anaerobias. Mientras el vertedero se convierte en anaerobio, el nitrato y el sulfato, que pueden servir como receptores de electrones en reacciones de conversión biológica, a menudo se reducen a gas nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. El comienzo de condiciones anaerobias se puede supervisar midiendo el potencial de reducción- oxidación que tiene el residuo. Las condiciones de reducción suficientes para producir la reducción del nitrato y sulfato se dan aproximadamente entre -50 a -100 milivoltios.

El metano se produce cuando los valores del potencial de reducción-oxidación están dentro del rango de -150 a -300 milivoltios. Mientras sigue bajando el potencial de reducción-

oxidación, los miembros de la comunidad microbiana responsables de la conversión del material orgánico de los RSU en metano y CO₂ empiezan su proceso, con la conversión de material orgánico complejo en ácidos orgánicos y otros productos intermedios. El pH del lixiviado comienza a caer debido a la presencia de ácidos orgánicos y al efecto de las elevadas concentraciones de CO₂ dentro del vertedero. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Etapa III. Fase de acidogénesis, Se acelera la actividad microbiana iniciada en la fase de transición con la producción significativa de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas hidrógeno. El pH del lixiviado frecuentemente caerá hasta un valor de 5 o menos, por la presencia de ácidos orgánicos y por elevadas concentraciones de CO₂ dentro del vertedero. La DBO₅, DQO y la conductividad del lixiviado se incrementará significativamente durante esta fase debido a la disolución de ácidos orgánicos en el lixiviado.

Etapa IV. Fase de metanogénesis, Un grupo de microorganismos que convierten el ácido acético y el gas hidrógeno producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida en metano y CO₂, llegan a ser más predominantes. Son estrictamente anaerobios y se llaman metanogénicos. La formación de metano y ácido se produce simultáneamente, aunque la velocidad de formación de ácidos es considerablemente más reducida. Como los ácidos y el gas hidrógeno se han convertido en metano y CO₂, el pH dentro del vertedero subirá a valores más neutros, en el rango de 6.8 a 8.0. A continuación, el pH del lixiviado subirá y se reducirán las concentraciones de DBO₅ y DQO y el valor de la conductividad del lixiviado. Con valores más altos de pH, menos constituyentes inorgánicos quedan en disolución y, como resultado, la concentración de metales pesados presentes en el lixiviado se reducirá. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Etapa V. Fase de maduración, Se produce después de convertirse el material inorgánico biodegradable en metano y CO₂. Mientras la humedad sigue migrando a través de los residuos se convierten porciones de material biodegradable que anteriormente no estaban

disponibles. La velocidad de generación del gas de vertedero disminuye significativamente porque los nutrientes disponibles se han separado con el lixiviado durante las fases anteriores, y los sustratos que quedan en el vertedero son de degradación lenta. Los principales gases de vertedero que han evolucionado son metano y CO₂. También puede encontrarse N₂ y O₂ según las medidas de sellado. Durante esta fase el lixiviado a menudo contendrá ácidos húmicos y fúlvicos que son difíciles de degradar biológicamente. Chávez Montes, Wendy. (2011).

La duración de las fases varía según la distribución de los componentes orgánicos en el vertedero, la disponibilidad de los nutrientes, el contenido de humedad de los residuos, el paso de la humedad por el relleno y el grado de compactación inicial. Al filtrarse el agua a través de los residuos sólidos en descomposición, se lixivian en solución materiales biológicos y constituyentes químicos. Variaciones en la composición de los lixiviados, hay que resaltar que la composición química de los lixiviados variará mucho según la antigüedad del vertedero y la historia previa al momento del muestreo.

La biodegradabilidad del lixiviado variara con el tiempo. Se pueden supervisar los cambios en la biodegradabilidad del lixiviado mediante el control de la relación DBO₅/DQO. Inicialmente, las relaciones estarán en el rango de 0.5 o más. Las relaciones en el rango de 0.4 a 0.6 se tomarán como un indicador de que la materia orgánica en los lixiviados es fácilmente biodegradable. En los vertederos antiguos, la relación DBO₅/DQO está a menudo en el rango de 0.05 a 0.20. La relación cae porque los lixiviados procedentes de vertederos antiguos normalmente contienen ácidos húmicos y fúlvicos, que no son fácilmente biodegradables. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Las características de los lixiviados se representan comúnmente por los parámetros básicos: DQO, DBO₅, relación DBO₅/DQO, pH, conductividad, ST, SDT, SST, nitrógeno total y metales pesados.

DQO. El parámetro más crítico para el tratamiento de lixiviados es la DQO, es considerada como la cantidad total de la reducción de materiales en muestras acuosas. Es conocido poco acerca de la contribución exacta de cada componente al total del valor de la DQO debido a la complejidad de los lixiviados de un relleno sanitario. Sin embargo, es necesario investigar la composición de la DQO en los lixiviados ya que puede ayudar a mejorar la comprensión de la distribución, comportamiento ambiental y destino de cada componente individual. Las diferencias en los valores de DQO pueden deberse a: el diseño del relleno sanitario, la composición de los residuos sólidos, las características del sitio y la edad del relleno sanitario. (Chávez Montes, Wendy; 2011).

Las pruebas de DQO miden el carbón orgánico total con excepción de ciertos compuestos aromáticos, tales como el benceno, el cual no es oxidado completamente con la reacción. La prueba de DQO es una reacción de oxidación-reducción, la cual reduce sustancias tales como sulfuros, sulfitos y ion férrico. (Chávez Montes, Wendy; 2011).

DBO5. Es el parámetro más utilizado en la caracterización de la contaminación de agua residual y agua superficial. La determinación de DBO5 involucra la medición de oxígeno disuelto usado por los microorganismos durante la oxidación bioquímica de la materia orgánica. (Chávez Montes, Wendy; 2011).

Relación DBO5/DQO. La relación DBO5/DQO indica la edad del lixiviado. Generalmente la relación DBO5/DQO para un lixiviado joven es más alta que el de un lixiviado maduro derivado de una estabilización. Una baja relación DBO5/DQO indica que el lixiviado es estable y difícil de degradar biológicamente. Por lo tanto, las técnicas fisicoquímicas son recomendadas en el tratamiento de lixiviado estable. (Chávez Montes, Wendy; 2011).

PH. El pH de un lixiviado varía de acuerdo con la edad del lixiviado. El pH del lixiviado disminuye hasta 5 o menos por la presencia de ácidos orgánicos durante la fase ácida, incrementando después hasta un valor de 8 durante la fase de maduración. (Chávez Montes,

Wendy; 2011).

Conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica en medios líquidos (disolución) está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico. Chávez Montes, Wendy. (2011).

ST. La división de los contaminantes en SDT y SST es fundamental ya que muchos tratamientos solo son efectivos contra uno de ellos. Los sólidos que pasan a través de un filtro apropiado son definidos como los SDT, mientras que los sólidos que son retenidos por el filtro son los SST. (Chávez Montes, Wendy; 2011).

La velocidad de degradación de los contaminantes en un relleno sanitario es propensa a ser afectada por muchos factores, tales como la temperatura, las condiciones geológicas, el clima local, los hábitos de vida de la población y el proceso de operación del relleno sanitario.

Se muestra la clasificación y características de los lixiviados de acuerdo con la edad del relleno sanitario. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Tabla 2. *Clasificación de los lixiviados.*

Características	Joven	Intermedio	Maduro
Edad (años)	<5	5-10	>10
pH	6.5	6.5-7.5	>7.5
DQO (mg/L)	>10000	4000-10000	<4000
DBO5/DQO	>0.3	0.1-0.3	<0.1
Compuestos orgánicos	80% ácidos orgánicos	5-30% ácidos orgánicos + compuestos húmicos y fúlvicos	Compuestos húmicos y fulvicos
Metales pesados	Bajo-medio		Bajo
Biodegradabilidad	Importante	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración Propia

Los tratamientos convencionales de lixiviados pueden ser clasificados en 3 grupos

principales: a) transferencia de lixiviados: recirculación y tratamiento combinado con aguas residuales, b) biológicos: aerobia y anaerobia, y c) métodos fisicoquímicos: oxidación química, adsorción, precipitación química, coagulación/floculación, sedimentación y extracción con aire. Los tratamientos biológicos son comúnmente empleados en el tratamiento de lixiviados jóvenes, mientras que los métodos fisicoquímicos son mayormente usados en el tratamiento de lixiviados maduros. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Evaporación de lixiviados, Uno de los sistemas más sencillos para la gestión de lixiviados implica el uso de estanques recubiertos para la evaporación de lixiviados. El lixiviado que no se evapora se riega por encima de las porciones completadas del vertedero. En lugares lluviosos, la instalación para el almacenamiento de lixiviados se cubre durante el invierno con una geomembrana, para excluir aguas de lluvia. Se evacua el lixiviado acumulado mediante evaporación durante los meses cálidos del verano, destapando la instalación de almacenamiento y regando el lixiviado sobre las superficies del vertedero en activo o ya lleno. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Coagulación/floculación/sedimentación, el proceso de coagulación involucra la desestabilización química de las partículas y el transporte físico de las partículas desestabilizadas lo cual resulta en la colisión de partículas formando agregados de partículas llamados flóculos. Las partículas presentes en el agua son removidas normalmente a través de una serie de procesos que consisten en coagulación/floculación, sedimentación y filtración. El objetivo es remover la mayor cantidad de sólidos por medio de la sedimentación y ser separados a través del proceso de filtrado como un proceso de purificación. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Desestabilización de partículas; Una suspensión coloidal se forma cuando una sustancia es insoluble en el medio y sus partículas son muy pequeñas y se dispersan en él. Ciertas sustancias orgánicas se consideran solubles, pero no forman soluciones reales, sino

dispersiones coloidales. Por su tamaño tan pequeño, el área superficial con relación a su masa es muy grande, como resultado de esta gran área predominan los fenómenos de superficie. La masa de las partículas coloidales es tan pequeña que los efectos gravitacionales no tienen importancia. Chávez Montes, Wendy. (2011). Toda partícula coloidal está eléctricamente cargada, la carga varía su magnitud de acuerdo con la naturaleza del material coloidal y puede ser positiva o negativa. La estabilidad de los coloides depende de su carga eléctrica. Los de signo igual se repelen y no dejan formar aglomerados de muchas partículas. Por su gran superficie, los coloides son adsorbentes poderosos. La adsorción preferencial o selectiva, donde se adsorben algunas clases de partículas según su carga, es la base fundamental de la estabilidad de algunas dispersiones coloidales. Las partículas coloidales poseen un exceso de carga superficial, adquirida mediante procesos de ionización de varios grupos funcionales o de adsorción de otros iones presentes en el medio de dispersión. Este exceso de carga superficial afecta a la distribución de iones del entorno, de modo que los iones de signo distinto son atraídos hacia la superficie mientras que los del mismo signo son repelidos. Chávez Montes, Wendy. (2011).

Oxidación Química, Los procesos de oxidación química han sido ampliamente utilizados en la descomposición de compuestos orgánicos peligrosos.

Osmosis inversa; Esta tecnología es utilizada en la remoción de altas concentraciones de sólidos disueltos. La osmosis inversa esencialmente “filtra” los sólidos disueltos en el agua forzando a pasar el agua a través de una membrana mediante la aplicación de una fuerza que excede la presión osmótica de los componentes disueltos en la solución.

Hipoclorito de Calcio, El hipoclorito de calcio es comúnmente conocido como clorada, aunque también se utiliza como agente blanqueador. Su principal aplicación es en el tratamiento de aguas. Su función es la de eliminar bacterias, algas, hongos, moho y microorganismos que viven en el agua.

Se utiliza para fines de sanitización por su alto contenido de cloro libre capaz de oxidar materia orgánica, así como microorganismos patógenos relacionados con enfermedades que se producen en los abastecimientos de agua. Otro de los usos preponderantes es la desinfección de redes de distribución de agua en los sistemas de embotelladoras, cervecerías y plantas potabilizadoras y de aguas residuales. QuimiNet.com (2011). Este producto es utilizado para fines de consumo humano, ya que no contiene productos tóxicos. Otra de las ventajas con respecto a otros desinfectantes es que no deja productos insolubles indeseables. Vital (16 de julio 2019).

El hipoclorito de calcio es un compuesto químico de fórmula $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ampliamente empleado y que suele conocerse también como cal clorada. Debido a que posee múltiples ventajas y es efectivo en el tratamiento de aguas es un químico recurrente. Las características, usos y algunas precauciones para su manejo. El hipoclorito de calcio se ha convertido en una alternativa muy atractiva para los procesos de desinfección de aguas residuales debido a que presenta una serie de grandes ventajas frente al uso de componentes más comunes como el cloro, el cual requiere un mayor cuidado en su manipulación debido a que es un químico altamente irritable. Además, el hipoclorito de calcio es uno de los productos con mayor pureza de cloro, siendo el 65% su concentración. AMOQUIMICOS (2011).

El hipoclorito de calcio es una sal de ácido hipocloroso. Su dilución en el agua da lugar a un equilibrio similar al original por el cloro gas, la principal diferencia es el valor del pH resultante. Las soluciones del hipoclorito de calcio contienen un exceso de álcali, lo que tiene a incrementar el PH. El hipoclorito de calcio tiene un poder oxidante equivalente al cloro gas, y puede ser utilizado para los mismos fines en el tratamiento de agua. El cloro es un elemento muy activo químicamente, razón por la cual no se le encuentra en estado libre, sino en combinación con otros elementos comunes como el calcio. Asociación Española de

Abastecimiento de Agua y Saneamiento. (s.f.).

Oxido De Calcio, De acuerdo con la norma N.CMT.4.03.001/02 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la cal es el producto de calcinación de rocas calizas; constituidas principalmente por óxido de calcio (CaO) y otros componentes. Según su composición química, se clasifican en: Cal viva: Producto de la calcinación de la roca caliza, constituido en su mayor parte por óxido de calcio (CaO), o bien óxido de calcio asociado con óxido de magnesio (MgO); capaces de reaccionar con el agua exotérmicamente, lo que produce su apagado o hidratación. Pérez N, Pérez A & Garnica P. (2019). La capacidad del óxido de calcio CaO de reaccionar con silicatos y otros materiales para formar soluciones lo hace apto para numerosos procesos industriales. Los fabricantes de la industria siderúrgica y metalúrgica son los principales consumidores de óxido de calcio, ya que lo utilizan para la fusión y purificación de otros metales. El óxido de calcio CaO neutraliza los óxidos ácidos que se forman en la superficie del metal, lo que produce una escoria fundida. Este proceso es esencial para refinar los productos de acero acabados y prepararlos para los pasos de fabricación adicionales. Vital (2019). La cal en todos sus formatos – cal viva y cal hidratada – y la dolomía calcinada son los productos alcalinos más efectivos y de menor coste en el tratamiento de aguas de consumo, así como aguas residuales y de lodos. De hecho, la mayoría de la cal que se produce se destina a mejorar la calidad del agua que consumimos las personas y las que utilizan las industrias. En este sentido, la cal permite ablandar el agua, purificarla, eliminar su turbiedad, neutralizar la acidez, eliminar impurezas, etc. Gracias al uso de la cal, en estas plantas de tratamiento de aguas, se consigue, entre otras cosas, reducir el sabor, olor y color del agua al eliminar la materia en suspensión y, por tanto, la turbiedad de esta. Además, se elimina el manganeso, los fluoruros y los taninos orgánicos del agua, así como la anteriormente mencionada sílice. Uno de los aspectos más importantes en este tipo de aplicaciones es la desinfección, ya que agregando cal al agua hasta obtener y mantener

un pH de 10.5 a 11.00 durante 24 a 72 horas es posible reducir virus y bacterias, así como eliminar la mayoría de los metales pesados disueltos. Calcinor (2020). Del mismo modo, mediante el uso de la lechada de cal se puede ajustar el pH del agua para que sea óptimo de cara a los tratamientos posteriores de potabilización. QuimiNet.com (2011).

Marco Normativo

Decreto Supremo N° 010-2010 MINAM-Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes Líquidos de actividad minero-metalúrgicas: Es el decreto donde se manifiesta los límites máximos permisibles para efluentes mineros, los cuales son necesarios para determinar la concentración de componentes o sustancias presentes en el agua minera, que si en caso llegue a exceder podría ocasionar daños en la salud pública o en los ecosistemas acuáticos.

Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM-Decreto supremo que aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales: Es el decreto donde se manifiesta los límites máximos permisibles para efluentes, los cuales son necesarios para determinar la concentración de componentes o sustancias presentes en el agua residual.

Decreto Legislativo N° 1278. Ministerio del Ambiente, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólido.

Decreto Supremo N° 014-2017. Ministerio del Ambiente. Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Aprueban el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”.

Ley N° 29338.- Ley de recursos hídricos: La presente ley busca la gestión integrada

del recurso hídrico y sus bienes naturales y artificiales, garantizando a su vez la protección de los recursos naturales, ecosistemas y el ambiente.

Ley N° 28611.- Ley general del ambiente: Esta ley comprende la regulación de diversos instrumentos que contribuyen a una gestión ambiental sostenible, por ello muestra detalladamente aspectos de los derechos y deberes que cada persona tiene en relación con el medio ambiente. De acuerdo con lo previsto en el artículo 113° de la ley N° 28611.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo influye el Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos General

Determinar la influencia del Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.

1.3.2. Objetivo Específico

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de lixiviado del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-01 y RS-02.
- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de lixiviado del Relleno Sanitario después del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-03.
- Comparar los resultados analizados de lixiviado con el D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. y DS N° 010-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes líquidos de Actividades Mineros – Metalúrgicos.

- Analizar la influencia del Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos, aceites y grasas, cianuro total, cromo hexavalente, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad

1.4. Hipótesis

H0: No existe influencia del hipoclorito sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.

H1: Si existe influencia del hipoclorito sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo aplicada de naturaleza experimental, que presenta la manipulación de la variable independiente, mediante este motivo para obtener cambios en la variable dependiente de la investigación. (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.122).

El diseño de investigación es pre- experimental puesto que en el diseño de pre prueba - pos prueba con un solo grupo, se aplica una prueba previa al estímulo, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.122).

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

La población de estudio es el efluente minero, el volumen total de lixiviado del Relleno Sanitario. Las coordenadas de esta infraestructura de disposición final, Relleno Sanitario en UTM-WG84 son, Zona 18L, Este 231 358 y Norte 9 107 463.



Figura 1. Imagen de la Ubicación del Relleno Sanitario. Nota: Elaboración Propia

2.2.2. Muestra

Son nueve (09) litros de muestra simple. Se ha tomado un (01) litro de muestra simple por cada punto de monitoreo RS-01, RS-02 y RS-03, en tres (03) fechas diferentes. Se utilizó dos frascos de polietileno de 500 ml por cada punto de monitoreo para tomar la muestra simple de lixiviados.

Tabla 3. *Códigos de las nueve muestras tomadas en el Relleno Sanitario.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	Primera Muestra ENERO	Segunda Muestra FEBRERO	Tercera Muestra MAYO
RS-01	ESTE: 231404 NORTE: 9107440	RS1-01	RS2-01	RS3-01
RS-02	ESTE: 231384 NORTE: 9107540	RS1-02	RS2-02	RS3-02
RS-03	ESTE: 231403 NORTE: 9107543	RS1-03	RS2-03	RS3-03

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas de recolección

Observación

Mediante este método usado se permite captar información relevante de manera sistemática y centrándose en los diversos sucesos que fueron registrados mediante una hoja de campo todos los datos captados. Revisión bibliográfica, toda la indagación captada es adecuadamente recolectada en este medio, para la mejora de la indagación se basó en libros, revistas, artículos, tesis, entre otros que son confiables para la indagación.

Describe y explica los elementos metodológicos pertinentes en consistencia al enunciado declarativo o interrogante (pregunta), objetivo e hipótesis (si fuera necesario) de la investigación propuesta.

Muestreo de lixiviado:

El Relleno Sanitario se ubica en el Cerro El Gigante (ver Figura 1), donde se realiza la operación de disposición final de los residuos orgánicos (poza número uno) y residuos no peligrosos, no aprovechables (poza número dos), procedente de los campamentos oficinas, comedores de la Unidad Minera. Este componente tiene un perímetro de 806.66 metros, el área es de 42571.47 metros cuadrados cuenta con dos pozas de absorción pozas de lixiviado, pozas de tratamiento, caseta de control servicio higiénicos chimeneas de ventilación. La producción de los residuos sólidos por habitante es 0.58 Kg/Hab-día, esta es la unidad de medida que tradicionalmente se utiliza para calcular la cantidad de residuos que se produce en la población. En la Unidad Minera se ha contabilizado para la operación de disposición final, el 72.5% de los residuos sólidos recolectados son orgánicos y el 27.5% son residuos sólidos no aprovechable (generales). El relleno sanitario El Gigante forma parte del Programa de Adecuación de Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Minera, el cual fue aprobado mediante Resolución Directoral N° 189-97-EM-DGM, de fecha 14 de mayo de 1997 y la ejecución de los proyectos contenidos en el PAMA, fue aprobado por Resolución Directoral N° 300-200-EM-DGM, de fecha 08 de noviembre de 2002. El relleno sanitario cuenta con dos pozas, una para los residuos sólidos orgánicos y una para los residuos sólidos no orgánicos, además de una poza de tratamiento de lixiviados y dos pozas de lechos de secado. El sistema de relleno sanitario consta de los siguientes componentes; a) Poza N° 1 de residuos orgánicos de rápida descomposición, está destinada para los residuos orgánicos que son generados mayormente en los comedores, mercantil y campamentos mineros en

general. b) Poza N° 2 de residuos no aprovechables (generales) de descomposición lenta; está destinada para los residuos no peligrosos no aprovechables provenientes de las oficinas, comedores, despensas, mercantil, talleres y campamentos en general. Los diques de contención están contruidos con material de préstamo y está impermeabilizado con Geosintéticos para proteger de los lixiviados al suelo y a la napa freática. c) Chimeneas de respiración; los residuos dispuestos en el relleno son sujetos a una degradación orgánica generando gases en todo el proceso, se ha instalado dos tipos de chimeneas: La primera, chimenea principal que está construido de grava con una granulometría de $\frac{3}{4}$ de pulga, cubierta con geotextil, de una altura de 6 m., con un diámetro de 1.00 m. en la parte inferior y 0.50 m. en la parte superior; a fin de captar también los gases de los lixiviados, hacia esta chimenea se conectan las tuberías de drenaflex de 3 pulgadas de diámetro, de la red de drenaje. La segunda chimenea de ventilación (Chimenea secundaria) consiste en un tubo PVC de 8” de diámetro, perforado con orificios de $\frac{1}{2}$ ” en hileras en forma de espiral a lo largo del tubo, hasta donde existan residuos sólidos; estos tubos serán colocados a unos metros de la chimenea principal, cubriendo toda el área del relleno, así mismo, éstas tienen una cubierta en el orificio superior, para evitar el ingreso de las precipitaciones. d) Red de drenaje para lixiviados, el objetivo de la red de drenaje en el relleno sanitario es evacuar el lixiviado producto de la descomposición o degradación de los residuos sólidos, los líquidos generados son derivados hacia una poza de tratamiento, esta red de drenaje de las pozas tiene un pendiente de uno por ciento hacia la poza de tratamiento y abarca todo el relleno. Los drenes en el fondo de la plataforma (terreno natural) son de forma de espina de pescado, que sirve de soporte a la plataforma. Todo el sistema de drenes esta interconectado, para realizar un buen drenaje de los lixiviados. e) Poza de tratamiento para lixiviados; la poza de tratamiento es de concreto armado, de 3.0 metros por 2.0 metros con dos compartimientos. El tratamiento de los lixiviados consta en realizar la neutralización y desinfección, con la

dosificación de hipoclorito de calcio para neutralizar el PH y eliminar los microorganismos patógenos.

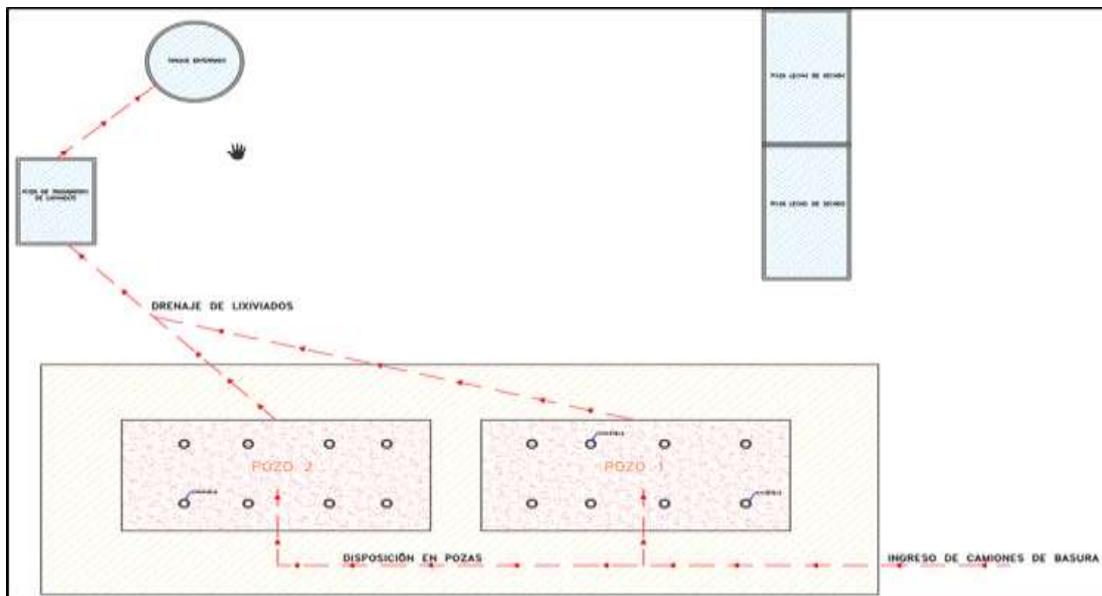


Figura 2. Flow Sheet de los componentes dentro del Relleno Sanitario El Gigante. Nota:

Elaboración propia.

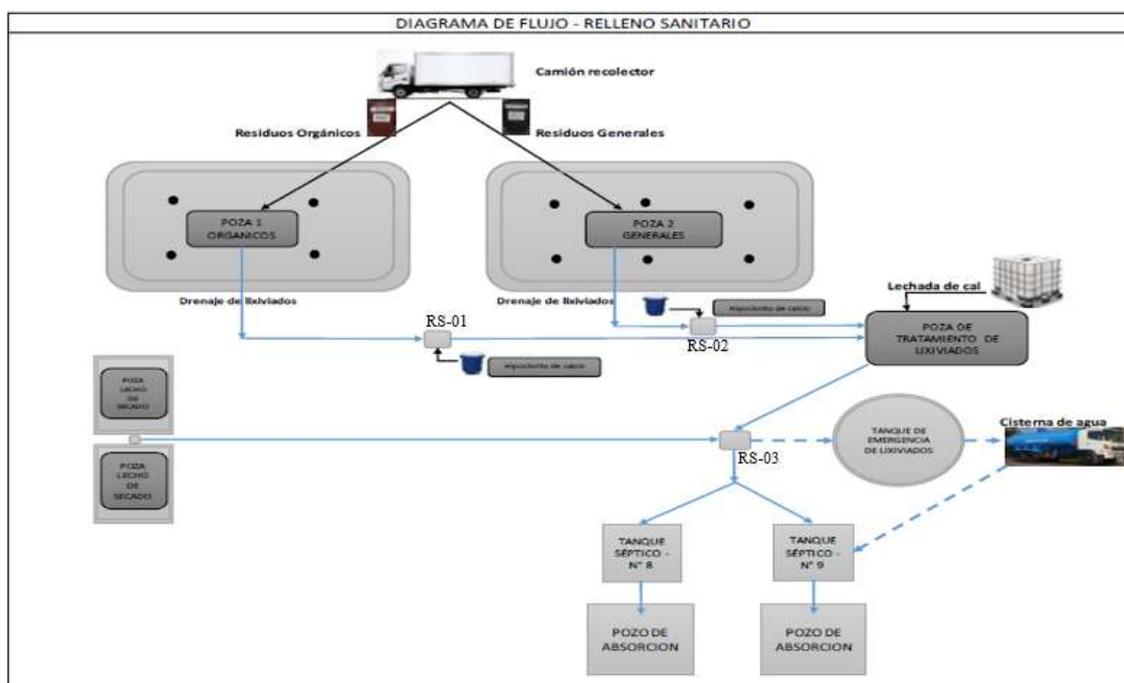


Figura 3. Diagrama del funcionamiento del Relleno Sanitario El Gigante. Nota: Elaboración propia.

2.3.2. Instrumentos de recolección

Materiales

- Cadena de custodia
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Frascos debidamente etiquetados de 500 ml.
- Cajas térmicas (pequeña y grande)
- Hielo u otro refrigerante
- Agua destilada
- Preservantes químicos a emplearse en el campo para la preservación de las muestras para la determinación de DQO, aceites y grasas, etc.
- Cinta métrica
- Papel aluminio

Equipos

- GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- pH-metro con función de registro de temperatura

Indumentaria de protección

- Gafas de seguridad
- Guantes de jébe antideslizantes con cubierta de antebrazo
- Guantes de látex descartables
- Casco
- Respirador con cartucho para gases y polvo
- Mascarilla descartable

2.3.3. Metodología del Análisis de Datos

En esta investigación se evaluó la influencia del hipoclorito de calcio sobre seis parámetros físicoquímicos, Aceites y Grasas, Cianuro Total, Cromo Hexavalente, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendedos Totales. Las muestras fueron analizadas por el laboratorio ALS LS Perú S.A.C., el cual se encuentra acreditado por INACAL mediante registro LE-029, División Medio Ambiente. El método de referencia usado por el laboratorio ALS LS PERÚ S.A.C., fueron los siguientes;

Para el ensayo de Aceites y Grasas se usó el método de referencia American Society for Testing and Materials, se describe los métodos Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination.

Para el ensayo de Cianuro Total se usó el método de referencia ISO 14403-2, con los métodos Water Quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) - Part 2: Method using continuous flow analysis (CFA).

Para el ensayo de Cromo Hexavalente se usó el método de referencia U.S. Environmental

Protection Agency, con los métodos Determination of Hexavalent Chromium in Drinking Water, Groundwater and Industrial Wastewater Effluents by Ion Chromatography.

Para el ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se usó el método de referencia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, con los métodos Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test.

Para el ensayo de Demanda Química de Oxígeno (DQO) se usó el método de referencia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, con los métodos Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method.

Para el ensayo de Sólidos Suspended Totales se usó el método de referencia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, con los métodos Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

2.3.4. Diseño estadístico para utilizar en el presente estudio

Para comprender los valores obtenidos se procedió a hacer un procesamiento de los datos a través de técnicas gráficas y estadística descriptiva y para el análisis de datos se procedió a utilizar la estadística diferencial a través de un diseño completamente al azar teniendo en cuenta como variable de entrada el hipoclorito de calcio y parámetros fisicoquímicos de lixiviado, los cálculos fueron realizados a través del programa Excel, utilizando la herramienta ANOVA el cual permitió descubrir si los resultados de la pre experimentación son significativos, es decir, permitió determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa. Una vez usado la herramienta ANNOVA se procede a usar el método de TUKEY, en donde se evaluó cuáles de todos los parámetros tenía una diferencia altamente significancia y cuales tenían una diferencia significancia baja. En el anexo N° 03 se muestra en la tabla el análisis estadístico ANOVA y TUKEY, diferencia significativa.

2.4. Procedimiento

2.4.1 Procedimiento para obtener la muestra de agua

Las muestras fueron tomadas en tres puntos (ver tabla 3 y tabla 4), RS-01, RS-02 y RS-03, en tres fechas diferente (enero, febrero y mayo) una muestra por cada punto, al tomar la muestra se cumplió con la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

a) Se aseguró que la muestra puntual se tome de forma segura. Se identificó que no exista algún riesgo para el muestreador o cualquier miembro del equipo de campo,

b) Se utilizó guantes de goma y protección ocular;

c) Se inició con el llenado de datos en la cadena de custodia;

d) El envase se enjuagó tres veces con agua de muestra antes de empezar la medición de los parámetros;

e) Se colectó la muestra de calidad de agua en la botella apropiada. Las botellas se llenaron a su totalidad para minimizar la cantidad de aire atrapado en la botella. Para parámetros orgánicos, no se dejó espacio en la botella. Las muestras que llevan preservante, se dejó un espacio suficiente para la adición del preservante y se tuvo cuidado para no derramar la muestra;

f) Las botellas de muestreo se enjuagaron tres veces con el agua de la muestra. Con la excepción de las muestras para analizar sólidos suspendidos y aceites y grasas, ya que estas pueden retenerse en la botella de muestreo durante el enjuague.;

g) Se utilizó dos frascos de polietileno de 500 ml para tomar la muestra simple de lixiviados de cada punto de monitoreo.

h) Se etiquetó y se registró el número de muestra y los requerimientos a analizar, en la cadena de custodia.

i) Se almacenó las muestras en un contenedor térmico (cooler) (lejos de la luz solar) a una temperatura menor de 10 grados Centígrados.

k) Se completó la cadena de custodia al tomar todas las muestras; (ver anexo N ° 3).

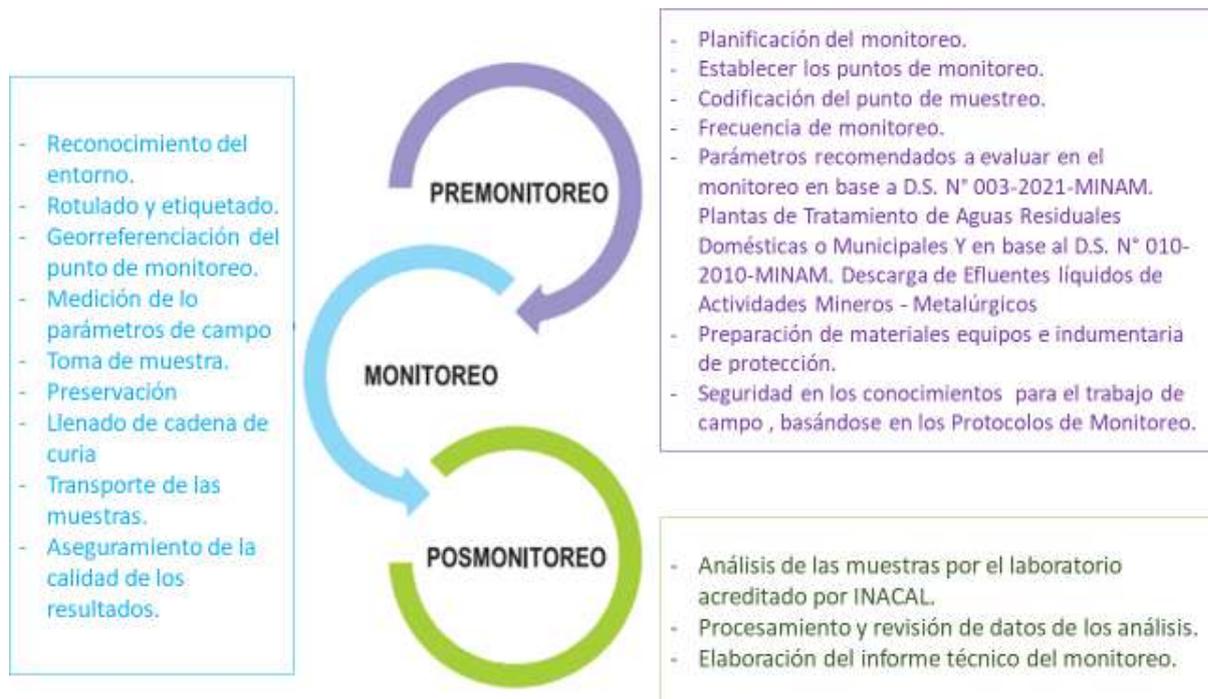


Figura 4. Esquema del proceso metodológico desarrollado en el estudio. Procedimiento de acuerdo con la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Nota: Elaboración Propia.

Ubicación del punto de muestreo

En el Relleno Sanitario se ubicó tres puntos de monitoreo para ser analizados, el punto de monitoreo RS-01 es el lixiviado que proviene de la poza de residuos orgánicos antes del tratamiento, ubicado en las siguientes coordenadas UTM-WGS84, 231404 por el Este y 9107440 por el Norte. El punto de monitoreo RS-02 es el lixiviados que proviene de la poza de residuos generales (no aprovechables) antes del tratamiento, ubicado en las siguientes coordenadas UTM-WGS84, 231384 por el Este y 9107544 por el Norte. El punto de monitoreo RS-03 es el lixiviados después del tratamiento donde ya se han tratado tanto los lixiviados de la poza de residuos orgánicos RS-01, y los lixiviados de la poza de residuos generales (no aprovechables) RS-02, ubicado en las siguientes coordenadas UTM-WGS84, 231403 por el Este y 9107543 por el Norte.

En los tres puntos de monitoreo RS-01, RS-02 y RS-03, En tres fechas distintas, la primera fecha 07 de enero del 2021, se usó en el tratamiento, 1.5 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua. En segunda fecha 11 de febrero del 2021, se usó en el tratamiento, 5kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua. Y en la tercera fecha 20 de mayo del 2021, se usó en el tratamiento, 1 kg de hipoclorito de calcio diluido en 20 L de agua.

Tabla 4. *Descripción de los puntos de monitoreo de lixiviados de Relleno Sanitario*

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM-WGS8, ZONA18	FECHA	VOLUMEN DE LA MUESTRA
RS - 01	Lixiviados – Poza de Residuos Orgánicos	ESTE: 231404 NORTE: 9107440	07 – 01 – 2021	1 litro
			11 – 02 – 2021	1 litro
			20 – 05 - 2021	1 litro
RS - 02	Lixiviados – Poza de Residuos Inorgánicos	ESTE: 231384 NORTE: 9107540	07 – 01 – 2021	1 litro
			11 – 02 – 2021	1 litro
			20 – 05 - 2021	1 litro
RS - 03	Lixiviados – Después del Tratamiento	ESTE: 231403 NORTE: 9107543	07 – 01 – 2021	1 litro
			11 – 02 – 2021	1 litro
			20 – 05 - 2021	1 litro

Fuente: Elaboración Propia.

Recopilación de la muestra

Se utilizó dos frascos de polietileno de 500 ml para tomar la muestra simple de lixiviados de cada punto de monitoreo. Posteriormente, en un cooler se colocaron ice pack para mantener la temperatura adecuada de las muestras que van a ser transportadas (ver ítem 2.4.1).



Figura 5. Imagen satelital de los puntos donde se tomaron las muestras, RS-01, RS-02 y RS-03 ubicado en el Relleno Sanitario El Gigante. Nota: Elaboración Propia.

Preparación del Hipoclorito de calcio

Las muestras fueron analizadas por el laboratorio ALS LS Perú S.A.C., el cual se encuentra acreditado por INACAL mediante registro LE-029, División Medio Ambiente. El primer muestreo de lixiviados de los tres (03) puntos de monitoreo, realizado el 07 de enero del 2021, se utilizó de insumos químicos, 1.5 kg de hipoclorito de calcio y se diluyó en un recipiente de 20 L de agua, hasta homogenizar la mezcla.

El segundo muestreo de lixiviados de los tres (03) puntos de monitoreo, realizado el

11 de febrero del 2021, se utilizó de insumos químicos, 5.0 kg de hipoclorito de calcio y se diluyó en un recipiente 20 L de agua, hasta homogenizar la mezcla.

El tercer muestreo de lixiviados de los tres (03) puntos de monitoreo, realizado el 20 de mayo del 2021, se utilizó de insumos químicos, 1.0 kg de hipoclorito de calcio y se diluyó en un recipiente 20 L de agua, hasta homogenizar la mezcla.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Resultados analizados de los lixiviados comparado con el D.S. N° 003-2010-MINAM, Y DS N° 010-2010- MINAM

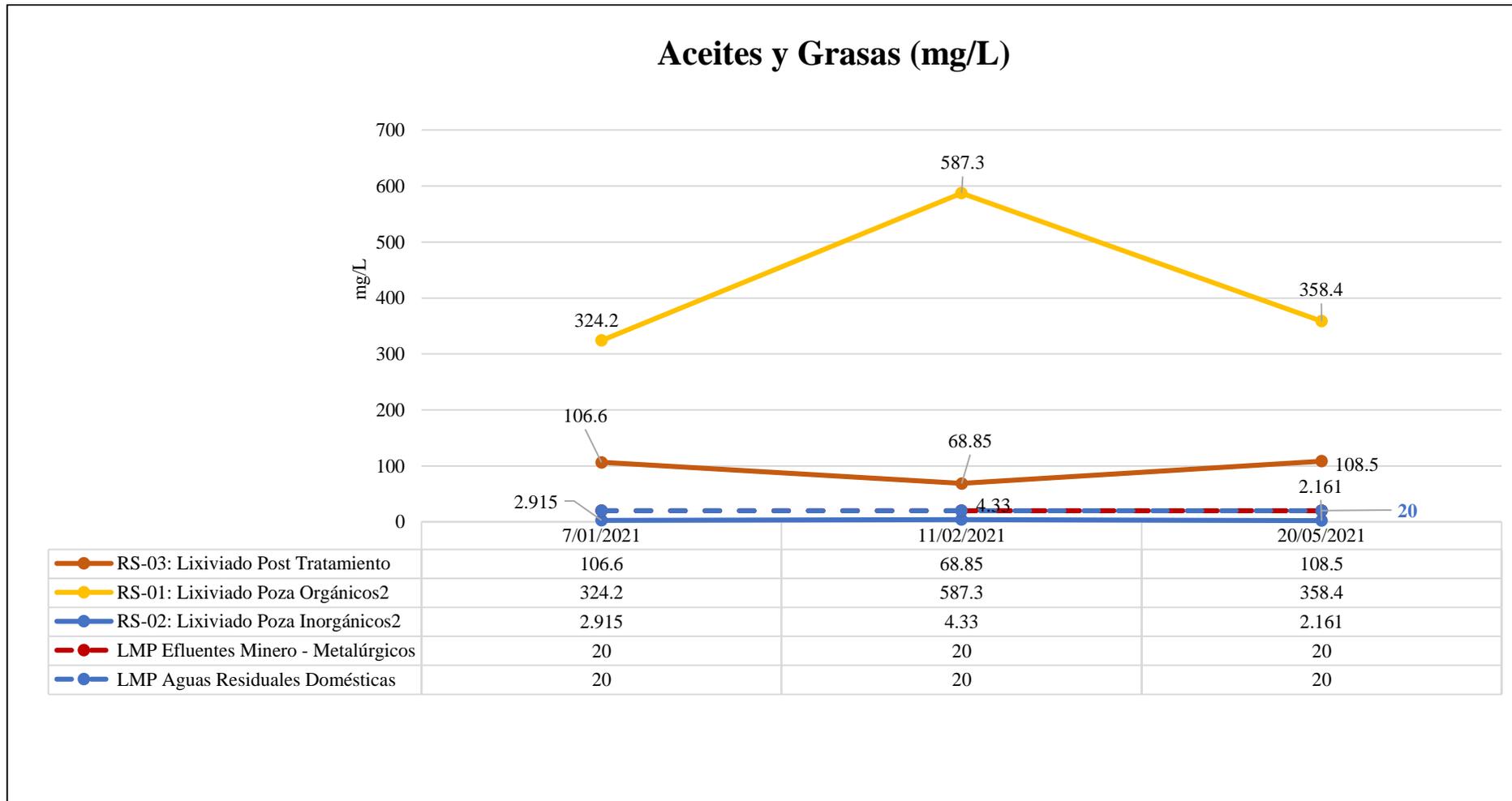
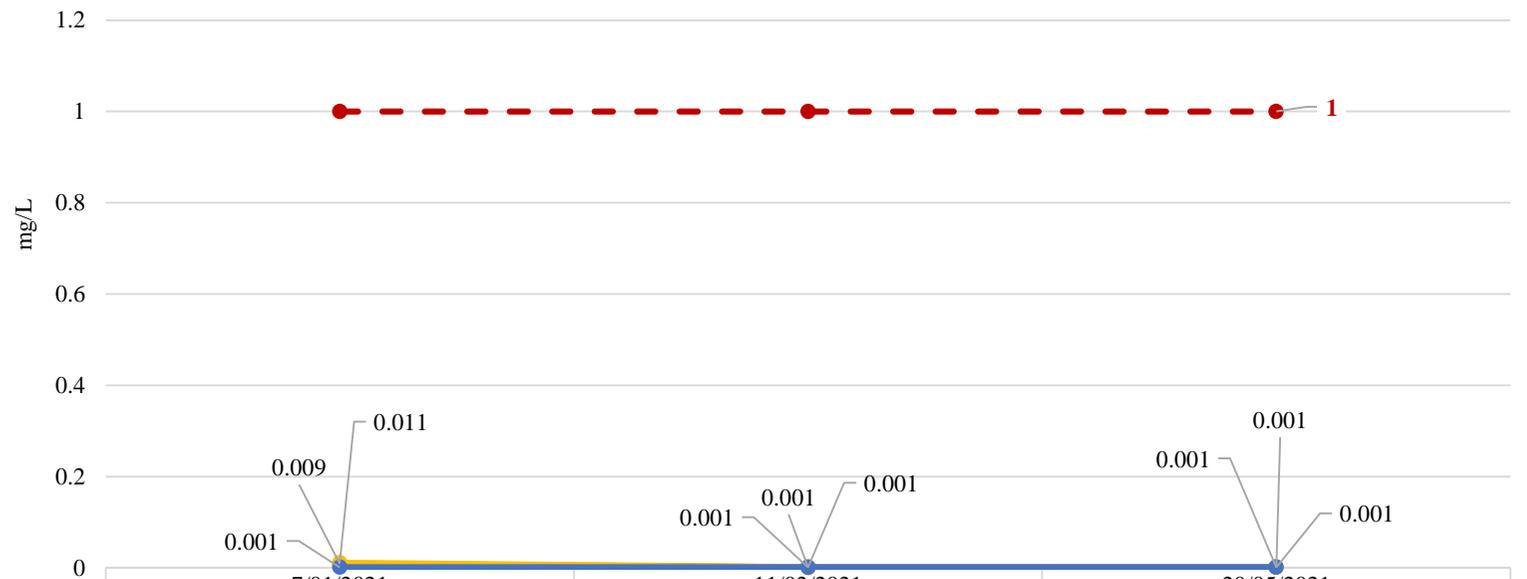


Figura 6: Resultados de Aceites y Grasas (mg/L). Nota: Elaboración Propia.

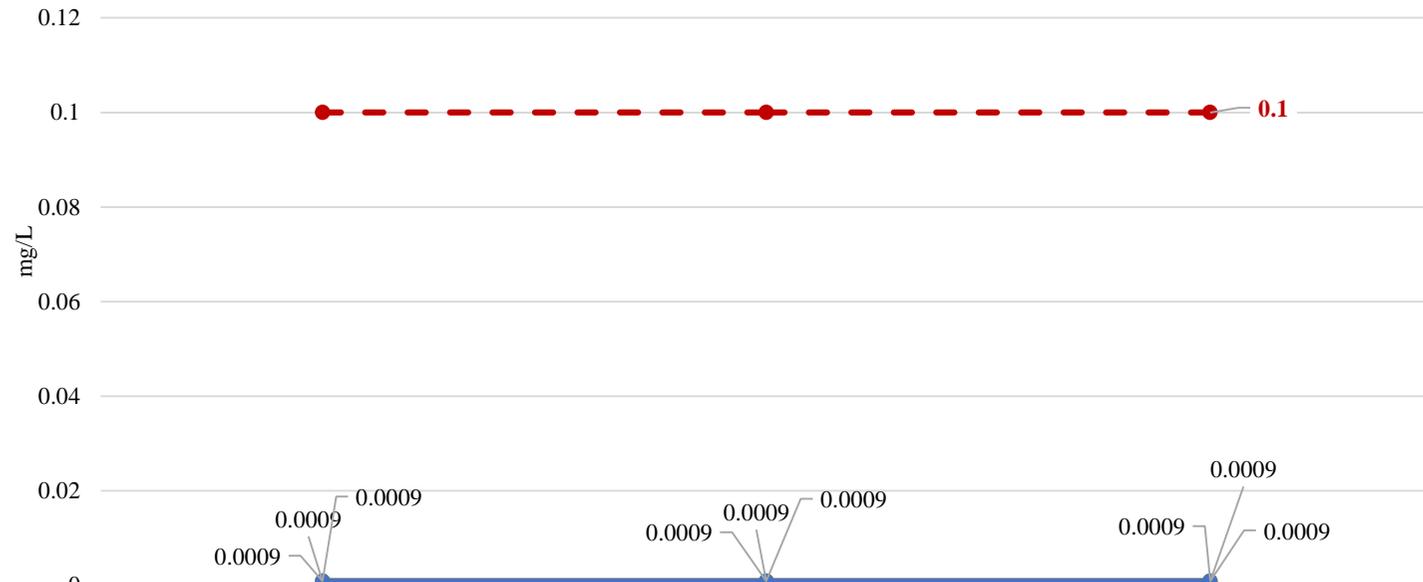
Cianuro Total (mg/L)



—●— RS-03: Lixiviado Post Tratamiento	0.009	0.001	0.001
—●— RS-01: Lixiviado Poza Orgánicos2	0.011	0.001	0.001
—●— RS-02: Lixiviado Poza Inorgánicos2	0.001	0.001	0.001
—●— LMP Efluentes Minero - Metalúrgicos	1	1	1
—●— LMP Aguas Residuales Domésticas			

Figura 7: Resultados de Cianuro total (mg/L). Nota: Elaboración Propia.

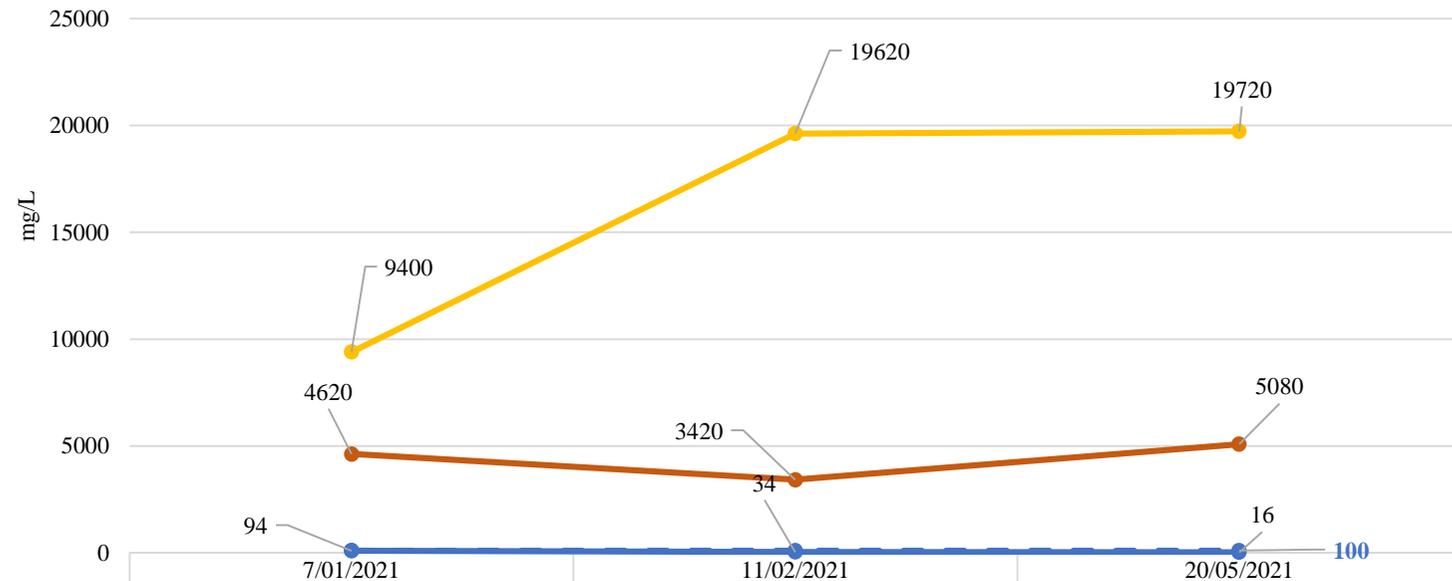
Cromo Hexavalente (mg/L)



	7/01/2021	11/02/2021	20/05/2021
RS-03: Lixiviado Post Tratamiento	0.0009	0.0009	0.0009
RS-01: Lixiviado Poza Orgánicos2	0.0009	0.0009	0.0009
RS-02: Lixiviado Poza Inorgánicos2	0.0009	0.0009	0.0009
LMP Efluentes Minero - Metalúrgicos	0.1	0.1	0.1
LMP Aguas Residuales Domésticas			

Figura 8: Resultados de Cromo hexavalente (mg/L). Nota: Elaboración Propia.

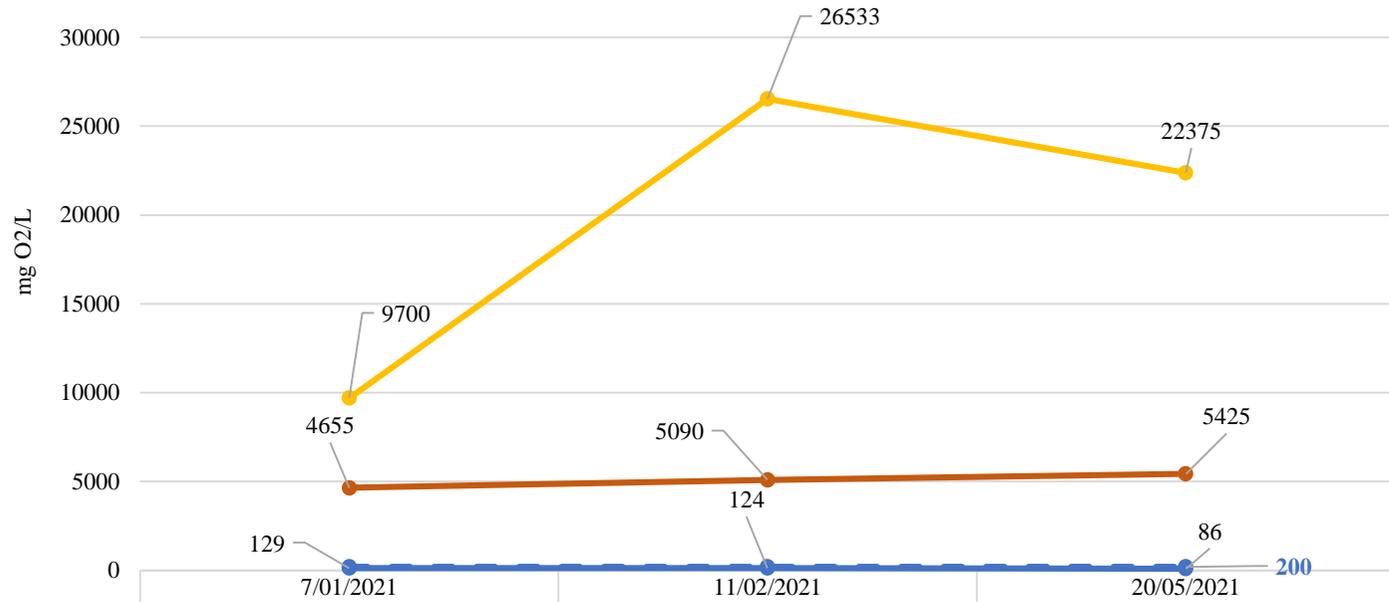
Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO5 (mg/L)



RS-03: Lixiviado Post Tratamiento	4620	3420	5080
RS-01: Lixiviado Poza Orgánicos2	9400	19620	19720
RS-02: Lixiviado Poza Inorgánicos2	94	34	16
LMP Efluentes Minero - Metalúrgicos			
LMP Aguas Residuales Domésticas	100	100	100

Figura 9: Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO5 (mg/L). Nota: Elaboración Propia.

Demanda Química de Oxígeno (mgO₂/L)



RS-03: Lixiviado Post Tratamiento	4655	5090	5425
RS-01: Lixiviado Poza Orgánicos2	9700	26533	22375
RS-02: Lixiviado Poza Inorgánicos2	129	124	86
LMP Efluentes Minero - Metalúrgicos			
LMP Aguas Residuales Domésticas	200	200	200

Figura 10: Resultados de Demanda Química de Oxígeno (mgO₂/L). Nota: Elaboración Propia.

Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)

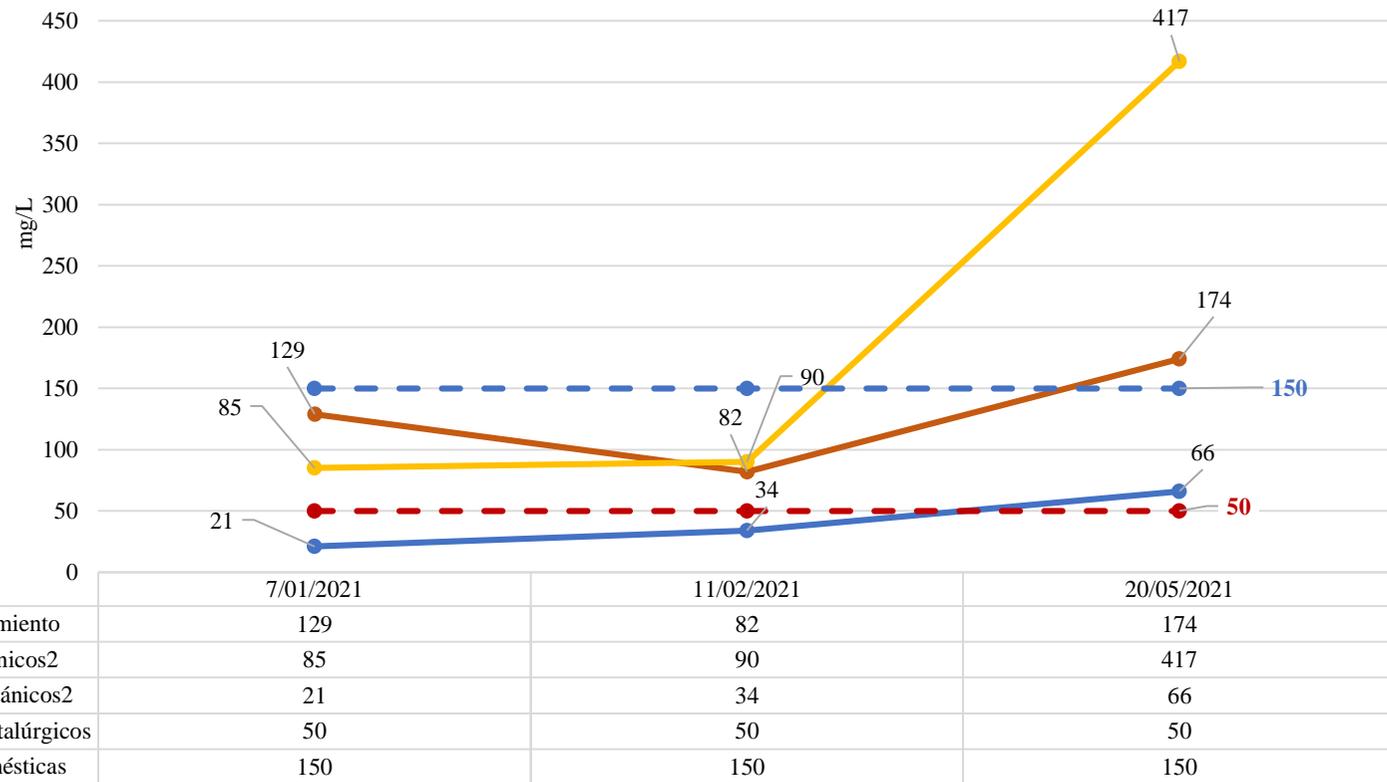


Figura 11: Resultados de sólidos suspendidos totales (mg/L). Nota: Elaboración Propia.

Análisis de varianza de los promedios de los valores de la influencia del Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviados de un Relleno Sanitario – Región La Libertad, a través de análisis estadísticos.

Tabla 5. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico Aceites y Grasas.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	301981.8	2	150990.9	23.48	0.00145377	5.143
Dentro de los grupos	38579.9	6	6429.9			
Total	340561.8	8				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es mayor que F crítico y donde la prueba resultado ser significativa, aprueba la hipótesis H1.

DONDE:

F > F crítico Acepta H1

F < F crítico Acepta H0

F	F crítico
23.48	5.143

Significancia > Probabilidad Acepta H1

Significancia < Probabilidad Acepta H0

SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
0.05	0.00145377

Tabla 6. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico Aceites y Grasas.

	A	B	C
A	**	426.1646667	334.65
B		**	-91.51466667
C			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

Tabla 7. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico Cianuro Total.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.000019	2	0.000009	0.512	0.623	5.143
Dentro de los grupos	0.000109	6	0.000018			
Total	0.000128	8				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es menor que F crítico y donde la prueba resulto ser no significativa, aprueba la hipótesis H0.

DONDE:

F > F crítico Acepta H1

F < F crítico Acepta H0

F	F crítico
0.512	5.143

Significancia > Probabilidad Acepta H1

Significancia < Probabilidad Acepta H0

SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
0.05	0.623

Tabla 8. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico Cianuro Total.

	A	B	C
A	**	0.00333333	0.000666667
B		**	-0.002666667
C			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

Tabla 9. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico Cromo Hexavalente.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8.544289	2	4.272144	1.382536	0.320765	5.143
Dentro de los grupos	18.540467	6	3.090078			
Total	27.084756	8				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es menor que F crítico y donde la prueba resulto ser no significativa, aprueba la hipótesis H0.

DONDE:

F > F crítico Acepta H1

F < F crítico Acepta H0

F	F crítico
1.382536	5.143

Significancia > Probabilidad Acepta H1

Significancia < Probabilidad Acepta H0

SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
0.05	0.320765

Tabla 10. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico Cromo Hexavalente.

	A	B	C
A	**	0.0000	0.0000
B		**	0.0000
C			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

Tabla 11. *Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico DBO5.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	422081354.67	2	211040677.33	17.637	0.00307	5.1432
Dentro de los grupos	71792669.33	6	11965444.889			
Total	493874024	8				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es mayor que F crítico y donde la prueba resulto ser significativa, aprueba la hipótesis H1.

DONDE:

F > F crítico Acepta H1

F < F crítico Acepta H0

F	F crítico
17.637	5.143

Significancia > Probabilidad Acepta H1

Significancia < Probabilidad Acepta H0

SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
0.05	0.00307

Tabla 12. *Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico DBO5.*

	A	B	C
A	**	16198.66667	11873.33333
B		**	-4325.333333
C			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

Tabla 13. *Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico DQO.*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	611343862.89	2	305671931.44	11.90	0.008155	5.1432
Dentro de los grupos	154064048.67	6	25677341.44			
Total	765407911.56	8				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es mayor que F crítico y donde la prueba resulto ser significativa, aprueba la hipótesis H1.

DONDE:

F > F crítico Acepta H1

F < F crítico Acepta H0

F	F crítico
11.90	5.143

Significancia > Probabilidad Acepta H1

Significancia < Probabilidad Acepta H0

SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
0.05	0.008155

Tabla 14. *Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico DQO.*

	A	B	C
A	**	19423	14479.33333
B		**	-4943.666667
C			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

Tabla 15. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro físicoquímico STS.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	37154	2	18577	1.43	0.3096	5.1432
Dentro de los grupos	77698	6	12949.67			
Total	114852	8				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es menor que F crítico y donde la prueba resultado ser no significativa, aprueba la hipótesis H0.

DONDE:

F > F crítico Acepta H1

F < F crítico Acepta H0

F	F crítico
1.43	5.143

Significancia > Probabilidad Acepta H1

Significancia < Probabilidad Acepta H0

SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
0.05	0.3096

Tabla 16. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro físicoquímico STS.

	A	B	C
A	**	157	69
B		**	-88
C			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El resultado de los parámetros fisicoquímicos evaluados, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (BDO5) y la demanda química de oxígeno (DQO), evidencia que la hipótesis afirmativa se aprueba, debido a que el F calculado es mayor al F crítico, es decir, si hubo un grado de significancia para estos parámetros. Esto es debido a que en el Relleno Sanitario El Gigante se realiza la operación de disposición final de residuos orgánicos y residuos generales (no aprovechables, no peligrosos), y la composición de los lixiviados depende de la naturaleza de estos tipos de residuos, sobre todo los de origen orgánico, del suelo, la humedad por el relleno, el grado de compactación inicial, las condiciones climáticas y de la edad del relleno. De acuerdo con Astorga Del Canto, Catalina, (2018), por las características del lixiviado hacemos frente a un lixiviado joven, los cuales tienen una alta concentración de materia orgánica biodegradable (ácidos grasos volátiles), que disminuye conforme aumenta la edad del relleno, debido a la descomposición anaeróbica. Además, poseen altas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y demanda química de oxígeno (DQO), que determinan el índice de biodegradabilidad (DBO5/DQO) del lixiviado. A medida que los ácidos grasos volátiles disminuyen y aumenta la edad de los lixiviados, la materia orgánica es dominada por compuestos inorgánicos refractarios, que resisten altas temperaturas sin descomponerse. Así mismo, Chávez Montes, Wendy. (2011). Resalta que DBO5, DQO y la conductividad del lixiviado se incrementa significativamente debido a la disolución de ácidos orgánicos en el lixiviado. La formación de metano y ácido se produce simultáneamente, aunque la velocidad de formación de ácidos es considerablemente más reducida. Como los ácidos y el gas hidrógeno se convierten en metano y CO₂, el pH del lixiviado subirá y se reducirán las concentraciones de DBO5 y DQO y el valor de la conductividad del lixiviado. Con valores

más altos de pH, menos constituyentes inorgánicos quedan en disolución y, como resultado, la concentración de metales pesados presentes en el lixiviado se reducirá.

El resultado de los parámetros fisicoquímicos evaluados, cianuro total, cromo hexavalente, sólidos suspendidos totales evidencia que la hipótesis afirmativa no se aprueba, debido a que el F calculado es menor al F crítico, es decir, no hubo un grado de significancia para estos parámetros. De acuerdo con lo señalado por Chávez Montes, Wendy. (2011), la generación de los lixiviados depende de la naturaleza de los residuos, es decir, su contenido de humedad y su grado de compactación. Hay varios factores que afectan la composición de los lixiviados, por ejemplo, la precipitación, la variación estacional del clima, el tipo y composición de los residuos que a su vez depende de la calidad de vida de la población y la estructura del relleno sanitario, además de la edad del relleno. Es por ello por lo que los valores de cianuro total y cromo hexavalente son mínimos, debido a que realiza la disposición final de residuos orgánicos y residuos no peligrosos. Asimismo, debido a que los lixiviados del relleno sanitario está clasificada como un lixiviado joven, se caracteriza por contener concentraciones de metales pesados bajos, es por ello por lo que en los resultados antes y después del tratamiento, los valores de los metales tanto el cianuro total como el cromo hexavalente, son mínimos, y cumplen con la normativa con valores muy por debajo de los límites máximos permisibles.

Respecto al parámetro fisicoquímico sólidos suspendidos totales, no hubo un grado de significancia alto, debido a que no influye significativamente el hipoclorito de calcio sobre este parámetro. De acuerdo con lo señalado por Chávez Montes, Wendy. (2011), el lixiviado contiene diversos constituyentes productos de la solubilización de los materiales depositados, y de los productos de reacciones químicas y bioquímicas que se producen dentro de los lixiviados. Por lo tanto, este parámetro para que tenga una variación significativa debe aplicarse un tratamiento de Coagulación/floculación/sedimentación, este

proceso de coagulación involucra la desestabilización química de las partículas y el transporte físico de las partículas desestabilizadas lo cual resulta en la colisión de partículas formando agregados de partículas llamados flóculos. Desestabilización de partículas; Una suspensión coloidal que se forma cuando una sustancia es insoluble en el medio y sus partículas son muy pequeñas y se dispersan en él. Ciertas sustancias orgánicas se consideran solubles, pero no forman soluciones reales, sino dispersiones coloidales, por su tamaño tan pequeño, el área superficial con relación a su masa es muy grande. La masa de las partículas coloidales es tan pequeña que los efectos gravitacionales no tienen importancia. Además, señala la autora que para este parámetro otro tratamiento eficiente es osmosis inversa; el cual es utilizada en la remoción de altas concentraciones de sólidos disueltos. La osmosis inversa esencialmente “filtra” los sólidos disueltos en el agua forzando a pasar el agua a través de una membrana mediante la aplicación de una fuerza que excede la presión osmótica de los componentes disueltos en la solución.

En la figura 06, En el parámetro fisicoquímico, Aceites y Grasas, los lixiviados de la poza de residuos orgánicos, RS-01, superan los Límites Máximos Permisibles para Efluentes Minero – Metalúrgicos y Aguas Residuales Domésticas, en las fechas de 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo del 2021, respectivamente. Los lixiviados de la poza de residuos inorgánicos, (RS-02), se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles, en las tres fechas de monitoreo. Mientras que después del tratamiento (RS-03) superan los Límites Máximos Permisibles en las tres fechas.

Industria Química Del Istmo S.A. De C.V.- Planta Coatzacoalcos, señala que el cloro, al igual que el calcio, reacciona con diversos compuestos orgánicos formando derivados clorados. El cloro reacciona violentamente con aceites y grasas, en extrema violencia. Por otro lado, Cruz, A. y Sierra C., (2016) en su investigación señalan que el hipoclorito de calcio al reaccionar con las grasas empieza una auto-oxidación, produce una

reacción violenta de saponificación, liberando oxígeno que al reaccionar con las grasas, oxida los ácidos grasos, son transformados a compuestos como acetonas, y al ser estos menos densos que el agua consiguen flotar para luego ser retirados.

En la figura 07, en el parámetro fisicoquímico de Cianuro Total, los lixiviados de la poza de residuos orgánicos (RS-01), poza de residuos inorgánicos (RS-02) y después del tratamiento (RS-03), no superan los Límites Máximos Permisibles en las tres fechas de muestreo. Sin embargo, se puede evidenciar en la primera fecha un aumento en la concentración de cianuro total. En los lixiviados del Relleno Sanitario los resultados de Cianuro Total, cumple con la normativa y no representa riesgo para el medio ambiente debido a que no genera ninguna contaminación, debido a que su valor está muy por debajo de los límites máximos permisibles. Sin embargo, es importante resaltar que de acuerdo con lo señalado por Bernabel, H. y Quispe, M. (2013), en su investigación, resalta que el hipoclorito de calcio como agente oxidante si genera una degradación oxidativa con el cianuro, pero en este caso no es significativa, debido a que, la concentración del cianuro es muy baja.

En la figura 08 sobre Cromo Hexavalente, los lixiviados de la poza de residuos orgánicos (RS-01), poza de residuos inorgánicos (RS-02) y después del tratamiento (RS-03), no superan los Límites Máximos Permisibles para Aguas Residuales Domésticas en las tres fechas de muestreo. En los lixiviados del Relleno Sanitario los resultados de Cromo hexavalente son el mismo en las tres fechas, resaltando que cumple con la normativa y no representa un contaminante para el medio ambiente. Sin embargo, es importante resaltar que el hipoclorito de calcio tiene un poder oxidante, pero en base a los resultados con el cromo hexavalente no tiene una reacción significativa.

En la figura 09, los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO5 (mg/L), los lixiviados de la poza de residuos orgánicos (RS-01) presentan los valores

más altos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) superando los Límites Máximos Permisibles para Aguas Residuales Domésticas en las fechas, 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo de 2021, respectivamente. Los lixiviados de la poza de residuos inorgánicos (RS-02) presentan los valores más bajos siendo estos 94 mg/L, 34 mg/L y 16 mg/L, en las fechas 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo de 2021, respectivamente, los cuales no superan los Límites Máximos Permisibles. Los lixiviados después del tratamiento (RS-03) presentan valores más altos que los lixiviados de la poza de residuos inorgánicos (RS-02), pero menores a los lixiviados de residuos orgánicos (RS-01), superando los Límites Máximos Permisibles en las fechas 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo de 2021, respectivamente.

El cloro, al igual que el calcio, respecto a la DBO5 el grado de interferencia depende de los grupos funcionales y la estructura química. El hipoclorito de calcio si genera una reacción química con este parámetro, de acuerdo con Acevedo, L. (2015), producto de esta reacción se presenta algunos efectos adversos asociados a la presencia de materia orgánica, sirve de alimento a los microorganismos, afecta negativamente a los procesos de desinfección y consume oxígeno. El cloro no discrimina entre bacterias y materia orgánica corriente, así que reacciona y se consume con ambos. Si la materia orgánica abunda, el cloro se desperdicia reaccionando con ella, por lo que se necesita mayor cantidad de hipoclorito de calcio para aumentar la cantidad de oxígeno disuelto usado por los microorganismos durante la oxidación bioquímica de la materia orgánica

En la gráfica 10 sobre la Demanda Química de Oxígeno, DQO (mgO₂/L), los lixiviados de la poza de residuos orgánicos (RS-01) presentan los valores más altos de demanda química de oxígeno (DQO) superando los Límites Máximos Permisibles para Aguas Residuales Domésticas en las fechas 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo de 2021, respectivamente. Los lixiviados de la poza de residuos inorgánicos (RS-02) presentan los valores más bajos siendo estos 129 mgO₂/L, 124 mgO₂/L y 86 mgO₂/L, en las fechas 7 de

enero, 11 de febrero y 20 de mayo de 2021, respectivamente, los cuales no superan los Límites Máximos Permisibles. Los lixiviados después del tratamiento (RS-03) presentan valores más altos que los de inorgánicos (RS-02), pero menores a los de orgánicos (RS-01), superando los Límites Máximos Permisibles en las fechas 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo de 2021, respectivamente.

De acuerdo con lo señalado por Chávez Montes, Wendy. (2011), En su trabajo de investigación, el parámetro más crítico para el tratamiento de lixiviados es la DQO, considerada como la cantidad total de la reducción de materiales en muestras acuosas. Es conocido poco acerca de la contribución exacta de cada componente al total del valor de la DQO debido a la complejidad de los lixiviados de un relleno sanitario. Las diferencias en los valores de DQO pueden deberse al diseño del relleno sanitario, la composición de los residuos sólidos, las características del sitio y la edad del relleno sanitario (Qarani et al., 2010). Las pruebas de DQO miden el carbón orgánico total.

El cloro es un elemento muy activo químicamente, es tan activo que también se combina con muchas de las sustancias disueltas o suspendidas, por ejemplo, con la materia orgánica. En conjunto, estas sustancias se denominan compuestos reductores y su cantidad varía en cada fluido, dependiendo del tipo de fuente (superficial, subterránea o descargas), la naturaleza del compuesto que contenga el agua o la época del año. Por ello, al entrar en contacto el hipoclorito de calcio con el lixiviado, una cantidad es consumida por los compuestos reductores que lo convierten en cloruros cuando son inorgánicos, organoclorados si son orgánicos.

De acuerdo con lo señalado por Acquatron S.A. La experiencia ha demostrado que la efectividad de los procesos de cloración puede variar notablemente entre diferentes plantas a pesar de que tengan diseños muy parecidos y que las características de sus efluentes expresados en DBO y DQO. Esto se concluye en lo siguiente, para lograr

elevadas reducciones del contenido bacteriano en presencia de compuestos orgánicos que interfieren en el proceso, serán necesarias dosis adicionales de hipoclorito de calcio y mayores tiempos de contacto.

En Sólidos Suspendedos Totales (mg/L), ver figura 11, los lixiviados de la poza de residuos orgánicos (RS-01) supera los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Minero – Metalúrgicos en las fechas de 7 de enero, 11 de febrero y 20 de mayo del 2021, respectivamente. Respecto a la normativa para Aguas Residuales Domésticas, en la tercera fecha superó los Límites Máximos Permisibles y en las dos primeras fechas de monitoreo estos se encontraron por debajo de los Límites Máximos Permisibles. Respecto a los lixiviados de la poza de residuos inorgánicos (RS-02) en las dos primeras fechas de monitoreo se encontraron debajo los Límites Máximos Permisibles para Efluentes Minero – Metalúrgicos, mientras que en el tercer monitoreo superó los Límites Máximos Permisibles; asimismo se puede evidenciar que estos valores se encuentran por debajo los Límites Máximos Permisibles para Aguas Residuales Domésticas. Los lixiviados después del tratamiento (RS-03) en las tres fechas, superan los Límites Máximos Permisibles para Efluentes Minero – Metalúrgicos, mientras que los resultados de las dos primeras fechas de monitoreo se encontraron por debajo de los Límites Máximos Permisibles y en la tercera fecha superó los Límites Máximos Permisibles para Aguas Residuales Domésticas.

El cloro respecto a los sólidos suspendidos totales aísla las bacterias que se encuentran incorporadas y que representan demanda de cloro. De acuerdo con Acevedo, L. (2015), este parámetro reacciona con el hipoclorito de calcio, lo cual está relacionado con la eliminación de virus, debido a la capacidad que tienen las partículas de proteger a estos microorganismos patógenos de desinfectantes. Indica la autora que, en general, se debe reducir la presencia de partículas en suspensión, a valores de turbidez de 2 NTU o valores de SST de 5 mg/L, antes de aplicar procesos de desinfección, para así asegurar la destrucción

fiable de microorganismos patógenos. Los sólidos suspendidos representan una barrera física, si los microorganismos están resguardados en el interior de las partículas suspendidas, el cloro tardará en penetrar a través de las ellas para poder matar a los patógenos, y eso si es que persiste en el agua por el tiempo suficiente. De acuerdo con lo señalado por Acquatom S.A., el grado de interferencia de los compuestos estudiados depende de sus grupos funcionales y de su estructura química; los compuestos saturados y carbohidratos ejercen una pequeña o nula demanda de cloro y no parecen interferir en el proceso de cloración.

De acuerdo con lo señalado por Chávez Montes, Wendy. (2011), En su trabajo de investigación, El lixiviado del Relleno Sanitario, por sus características es clasificado como un lixiviado joven; el valor del DQO es mayor a 1000 mg/L, el valor de DBO5 es mayor a 300 mg/L, el valor de los metales pesados es bajo. La autora resalta que la velocidad de degradación de los contaminantes en un relleno sanitario es propensa a ser afectada por muchos factores, tales como la temperatura, las condiciones geológicas, el clima local, los hábitos de vida de la población y el proceso de operación del Relleno Sanitario. Asimismo, la autora señala que una baja relación DBO5/DQO indica que el lixiviado es estable y difícil de degradar biológicamente. Por lo tanto, las técnicas fisicoquímicas son recomendadas en el tratamiento de lixiviado estable.

De acuerdo con la Asociación Española de Abastecimiento de agua y saneamiento en su Manual de la Cloración El hipoclorito de calcio es una sal de ácido hipocloroso. Su dilución en el agua da lugar a un equilibrio similar al original por el cloro gas, la principal diferencia es el valor del pH resultante. Las soluciones del hipoclorito de calcio contienen un exceso de álcali, lo que tiene a incrementar el PH. El hipoclorito de calcio tiene un poder oxidante equivalente al cloro gas, y puede ser utilizado para los mismos fines en el tratamiento de agua. El cloro es un elemento muy activo químicamente, razón por la cual no se le encuentra en estado libre, sino en combinación con otros elementos comunes

como el calcio.

Señala Cáceres, K.; Milagros, G. y Bedoya, E. (2021); en su investigación la eficiencia de tres sistemas de depuración de aguas residuales domésticas con hipoclorito de calcio en Moquegua. Se determinaron las características físicas, químicas y microbiológicas del afluente, conociéndose que el agua residual presentó una temperatura de 25.50° C, un pH neutro de 7.38, y concentraciones típicas de 99.00 mg/l de STS, 188.13 mg/l de DBO5, y 2.40×10^7 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes. Los efluentes fueron analizados considerando los mismos parámetros que en el afluente, cada uno con dos repeticiones, aplicándose el análisis de varianza (ANOVA) como prueba estadística y la prueba de Tukey. Los resultados obtenidos mostraron que existen diferencias significativas entre los sistemas de depuración propuestos.

4.2. Conclusiones

Se determinó sobre los parámetros fisicoquímicos, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno; aprueban la hipótesis positiva, H1, debido a que si existe influencia significativa del hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad, respaldado en los diseños estadísticos ANOVA y TUKEY, concluyendo que la investigación fue afirmativa.

Se determinó sobre los parámetros fisicoquímicos, cianuro total, cromo hexavalente, sólidos suspendidos totales; aprueba la hipótesis nula, H0, debido a que no existe influencia significativa del hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos, cianuro total, cromo hexavalente, sólidos suspendidos totales de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad, respaldado en los diseños estadísticos ANOVA y TUKEY.

Se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del

tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-01 y RS-02. Donde se concluye que, el punto de muestreo, RS-01, exceden los límites máximos permisibles en cuatro (04) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales. Y en dos parámetros fisicoquímicos, los valores no exceden los límites máximos permisibles Cianuro Total y Cromo Hexavalente. Asimismo, se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-02, los valores están dentro de los límites máximos permisibles de los seis (06) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, Cianuro Total, Cromo Hexavalente, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales.

Se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario después del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-03, exceden los límites máximos permisibles en cuatro (04) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales. Y en dos parámetros fisicoquímicos, no excede los límites máximos permisibles, Cianuro Total y Cromo Hexavalente.

Se comparó los resultados analizados de los lixiviados con el D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Y DS N° 010-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes líquidos de Actividades Mineros – Metalúrgicos, respecto a los seis (06) parámetros fisicoquímicos.

4.3. Recomendaciones

Con la finalidad de profundizar los conocimientos, se recomienda realizar las siguientes investigaciones:

Influencia del Hipoclorito de Calcio sobre los Parámetros Microbiológicos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del Hipoclorito de Calcio sobre los Parámetros Metales Totales y Metales Disueltos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del Oxido de Calcio sobre los Parámetros Fiscoquímicos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del Oxido de Calcio sobre los Parámetros Metales Totales y Metales Disueltos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del coagulante cloruro férrico al 42% sobre los Parámetros Metales Totales y Metales Disueltos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del coagulante cloruro férrico al 42% sobre los Parámetros Microbiológicos y Parámetros Fiscoquímicos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del floculante Praeztol, Flopam PHP 10 o chemlok 2030 sobre los Parámetros Metales Totales y Metales Disueltos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Influencia del floculante Praeztol, Flopam PHP 10 o chemlok 2030 sobre los Parámetros Microbiológicos y Parámetros Fiscoquímicos de Lixiviado de un Relleno Sanitario.

Comparar la caracterización del Lixiviado de un Relleno Sanitario Urbano, con el Lixiviado de un Relleno Sanitario de una Mina y con el lixiviado de un Rellenos Sanitario de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos.

REFERENCIAS

- Acevedo, L. (2015). Evaluación de procesos de desinfección (Cloro y UV) en sistemas de tratamiento de aguas servidas descentralizados (Humedales construidos). (Grado para optar al título). UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, Chile.
- Acquatrom S.A. (s.f.). Desinfección con cloro. Recuperado el 01 de setiembre, de:
https://www.acquatrom.com.ar/notastecnicas/desinfeccion_con_cloro.pdf
- Alaba Hoyos, L. P. (2013). "Gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca". Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca.
Recuperado el 21 de Julio de 2017, de
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/362/T%20Q70%20A316%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AMOQUIMICOS (2011) BLOG. Hipoclorito de calcio: usos, características y precauciones.
Recuperado de: <https://www.amoquimicos.com/usos-y-precauciones-hipoclorito-de-calcio>
- Arbeláez, M., García, Juan. (2010). Estudio de las Tecnologías Empleadas para el Manejo de Lixiviados y su Aplicabilidad en el Medio. Universidad Eafit de Medellín. Escuela De Ingeniería. Departamento De Ingeniería Mecánica.
- Astorga Del Canto, Catalina. (2018). Tratamiento de Lixiviados de un Relleno Sanitario: Propuesta y Evaluación de un Sistema de Humedales Artificiales. Memoria para Optar al Título de Ingeniera Civil Química. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales.
- Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. (s.f.). Manual de la Cloración.
Recuperado el 01 de setiembre del 2021, de
<https://www.asoaeas.com/sites/default/files/Documentos/AEAS.%20Manual%20de%20la%20Cloracion.pdf>

- Astorga, Elvis (2018). Tratamiento de lixiviados del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Puno con surfactantes aniónicos. [Trabajo de Fin de grado, Universidad Nacional del Altiplano].
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10647/Astorga_Capaja%C3%B1a_Elvis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernabel, H. y Quispe, M. (2013). Efecto del PH y dosis de Hipoclorito de Calcio, en la degradación oxidativa de efluentes líquidos cianurados y su aplicación en la remoción de metales pesados. (Tesis para el grado de título de ingeniero químico). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Calcinor (2020). El óxido de calcio y los productos específicos derivados se obtienen a través de un proceso de calcinación del mineral carbonato cálcico a elevada temperatura. Recuperado el 21 de Julio de 2017, de <https://www.calcinor.com/es/calcinor/tratamiento-de-aguas>
- Calcinor (2020). LAS FUNCIONES QUE REALIZA LA CAL EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS. Recuperado el 18 de agosto del 2021, de <https://www.calcinor.com/es/actualidad/reviews-producto/cal-tratamiento-de-aguas>
- Carrera Miranda, C. A. (2014). "Gestión ambiental de residuos sólidos para la ciudad de Chilete - Cajamarca". Tesis, Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el 21 de Julio de 2021, de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/62/T%20363.728%20C314%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez Montes, Wendy. (2011). Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. De Chihuahua, Méx. Tesis como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencia y Tecnología Ambiental.
- Chiemchaisri, C.; Xaypanya, P.; Takemura, J.; Seingheng, H. y Tanchuling, M. (2018). Characterization of Landfill Leachates and Sediments in Major Cities of Indochina

- Peninsular Countries - Heavy Metal Partitioning in Municipal Solid Waste Leachate. Environments - MDPY, 5(6), 65. <https://www.mdpi.com/2076-3298/5/6/65>
- Cobos, M., y Costa, M. (2011). Lixiviado de residuos sólidos del relleno sanitario manual de Nauta y su genotoxicidad en *Eisenia foetida* lombriz roja. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1901/Marianela_Tesis_Maestria_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Correa, M., Montalván, B., Pezo, R., y Verdi, L. (2007). Estudio de impacto ambiental del proyecto de relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, propuesto para la ciudad de Iquitos, Loreto-Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 16(2), 137–143.
<http://revistas.iiap.org.pe/index.php/fofiaamazonica/article/view/287/374>
- CORTEZ S., TEIXEIRA P., OLIVEIRA R. y MOTA M., (2009), Fenton's oxidation as post-treatment of a mature municipal landfill leachate, Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 57, p. 87-90.
- Cáceres, K.; Milagros, G. y Bedoya, E. (2021). Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú. Recuperado el 01 de setiembre del 2021, de <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v20i1.1692>
- Cruz, A. y Sierra C. (2016). Propuesta de una Alternativa de Tratamiento de Aguas Residuales en la Salsamentaria El Bohemio. Para el grado de título. Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Decreto Legislativo N° 1278 – Ministerio del Ambiente, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, de 23 de diciembre del 2016. Congreso de la República del Perú.
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4/>
- Decreto Supremo N° 014-2017-Ministerio del Ambiente. Aprueban Reglamento del Decreto

Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, de 21 de diciembre del 2017. Congreso de la República del Perú.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10/>

Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM. Decreto supremo que aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. Lima, 17 de marzo de 2010.

Decreto Supremo N° 010-1010-MINAM. Aprueban Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas. Lima, 21 de agosto de 2010.

Diario El Comercio (2010). Generación de basura en Lima creció en 3.650 toneladas diarias del 2007 a la fecha. Recuperado, de: <https://archivo.elcomercio.pe/sociedad/lima/generacion-basura-lima-crecio-650-toneladas-diarias-2007-fecha-noticia-674943>

Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA” (S.F.). Parámetros Organolépticos. Recuperado, de:

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

Di Iaconi C., Rossetti S., Lopez A. and Ried A. (2011). “Effective treatment of stabilized municipal landfill leachates”. Chemical Engineering Journal. Vol. 168, pp. 1085–1092. Amsterdam. Holland.

El boletín de novedades de Jenck (2008). Determinación Automática de Cianuro Libre y Total en Agua y Efluentes. Recuperado el 26 de agosto del 2021, de:

<https://www.notijenck.com.ar/aplicaciones/determinacion-automatica-de-cianuro-libre-y-total-en-agua-y-efluentes>

Elías, X. (2012). Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Segunda edición. Madrid, España. 175 p.

- FLUENCE NEWS TEAM (2020). ¿Qué es el cromo hexavalente? Recuperado el 26 de agosto del 2021, de: <https://www.fluencecorp.com/es/que-es-el-cromo-hexavalente/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Cromo%20Hexavalente%3F>
- FOO, K. y HAMEED, B., (2009), An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 171, p. 54-60.
- Gil, M. (2006). *Depuración de aguas residuales: modernización de procesos de lodos activos*. Consejo superior de investigadores científicas. Madrid, España. 340 p
- Giraldo, E. (s.f). *Tratamiento de Lixiviados de Rellenos Sanitarios: Avances Recientes*. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Los Andes. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/268121715.pdf>
- Gómez, E. (2018). *Afectaciones Ambientales de los lixiviados generados en los Rellenos Sanitarios sobre el recurso Agua*. (Monografía de grado para optar el título de Especialista en Química Ambiental). Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/173184.pdf>
- Herrera, E. (2015). “*Aplicación de la Ley General De Residuos Sólidos y sus Efectos en la Calidad de Vida de la población de Chancay 2014*” (tesis de grado). “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”. Recuperado de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/581/TFDCP_143.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Industria Química Del Istmo S.A. De C.V.- Planta Coatzacoalcos. (S.F.) *Manual del Cloro*. Recuperado el 01 de setiembre, de: [https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Manual%20del%20Cloro%20\(LIT\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Manual%20del%20Cloro%20(LIT).pdf)
- Instituto Nacional del Cáncer (2015). *Compuestos de cromo hexavalente*. Recuperado el 26 de agosto del 2021, de: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/cromo>

- Insa, J. (2009). *Estudio de la Cultura como Estrategia para el desarrollo. V 06*. Recuperado de https://www.zaragoza.es/contenidos/cultura/observatorio/LA_CULTURA_COMO_ESTRATEGIA_DE_DESARROLLO.pdf
- Jiang W., Zhang W., Li B., Duan J., Lv Y., Liu W. y Ying W., (2011), Combined fenton oxidation and biological activated carbon process for recycling of coking plant effluent, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 189, p. 308-314.
- Kasassi A., Rakimbei P., Karagiannidis A., Zabanitou A., Tsiouvaras K., Nastis A. y Tzafeiropoulou., (2008), Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill, *Bioresourse Technology*, Vol. 99, p. 8578-8584.
- Laboratorios Anderson (2018). ¿Qué es el análisis fisicoquímico? Recuperado el 26 de agosto del 2021, de: http://laboratoriosanderson.com/blog/que-es-el-analisis-fisicoquimico/#Que_es_el_analisis_fisicoquimico
- Lapeyre, M. y Pequeño, Juan. (2019). “Efecto de la Oxidación Fenton sobre la Materia Orgánica de los Lixiviados de la Infraestructura y Disposición Final de Residuos Sólidos de Cajamarca, 2019”. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.
- Malavé, J. y Muñoz, D. (2020). Monitoreo de la contaminación por los lixiviados generados en el relleno sanitario de la Empresa Pública EMASA del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena–Ecuador. *Revista de Ciencias Agropecuarias “ALLPA”*, 3(6). <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/allpa/article/view/63/138>
- Ministerio de Agricultura. Autoridad Nacional del Agua. (2011). *Protocolo Nacional del Monitoreo de la Calidad en cuerpos Naturales de Agua Superficial*.
- Ministerio del Ambiente – Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016-2024)*. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/63552>

- Montalvo Quiroz, J. S., y Quispe Becerra, M. (2018). Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Privada del Norte].
- NAJERA, Hugo. LIXIVIADOS ¿Qué son? ¿cómo se clasifican? (Parte 1) [en línea].
<https://www.unicach.mx/_/ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf>
- Naveen, B.; Mahapatra, D.; Sitharam, T.; Sivapullaiah, P. y Ramachandra, T. (2016). Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate. *Environmental Pollution*, 220 (2017), 1-12
<https://daneshyari.com/article/preview/5749190.pdf>
- Ninan, K. (2019). Tratamiento de los Lixiviados del Relleno Sanitario de Jaquira por Electrocoagulación [Tesis de Fin de Grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4372>
- Noguera K. y Olivero J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/301799194_Los_rellenos_sanitarios_en_latinoamerica_Caso_colombiano
- Pellón, A; López, M; Espinosa, Maria y Gonzales, O. (2015). Propuesta para tratamiento de lixiviados en un vertedero de residuos sólidos urbanos. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*, VOL. XXXVI, No. 2, May-Ago 2015, p. 3-16.
- PENG, Yao. 2017. Perspectives on technology for landfill leachate treatment. *Arabian Journal of Chemistry*.
- Pérez N, Pérez A y Garnica P. (2019). Evaluación del óxido de calcio (estabilical) como estabilizador de suelos. Recuperado el 18 de agosto de 2021, de
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt560.pdf>
- Pérez, R. (2017). Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de San José- Andahuaylas, Apurímac [Tesis de Fin de Grado,

Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4173/perez-ccahuana-roger-antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Primo, E. (2007). Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria. Volumen 2. 930 p. Lima, Perú.

QARANI S., ABDUL H., SUFFIANI M., BASHIR M. y UMAR M., (2010), Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study, Journal of Environmental Management.

QuimiNet.com (2011). Principales características del hipoclorito de calcio. Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/principales-caracteristicas-del-hipoclorito-de-calcio-57341.htm>

RENOU S., GIVAUDAN J., POULAIN S., DIRASSOUYAN F. y MOULIN P., (2008), Landfill leachate treatment: Review and opportunity, Journal of hazardous materials, Vol. 150, p. 468-493.

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Aprueban el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales". Publicado el 13 de enero 2016.

Reyes J., Ramirez J., Lazaro O., Carreon C. y Martin M., (2008), Assessment of groundwater contamination by landfill leachate: A case in México, Waste Management, Vol. 28, p. S33-S39.

Sánchez, A. (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. México. 330 p

Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte (2019). Evaluación del óxido de calcio como estabilizador de suelos. Recuperado el 18 de agosto de, <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt560.pdf>

SHOULIANG H., BEIDOU X., HAICHAN Y., LIANSHENG H., SHILEI F. y HONGLIANG L.,

(2008), Characteristics of dissolved organic matter (DOM) in leachate with different landfill ages, *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 20, p. 492-498.

Soluciones. Unidades de Concentración. (S.F.). Recuperado el 20 de agosto de:

<https://ibero.mx/campus/publicaciones/quimanal/pdf/2soluciones.pdf>

Universidad de Costa Rica (13 de noviembre 2018). *Rellenos sanitarios: ¿una bomba de tiempo para el ambiente? Malas prácticas en el manejo de residuos y poco control los convierten en una amenaza*. Recuperado, de: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/11/13/rellenos-sanitarios-una-bomba-de-tiempo-para-el-ambiente.html>

Vital (2019). Óxido de Calcio: Propiedades y aplicaciones. Recuperado el 18 de agosto de,

<https://www.vitaldeecuador.com/oxido-de-calcio-propiedades-y-aplicaciones/>

Ziegler-Rodriguez, K. (2015). Evaluación ambiental por medio del Análisis de Ciclo de Vida del relleno sanitario del distrito de Nauta, en Loreto [Tesis de Fin de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13847/ZIEGLER_RODRIGUEZ_KURT_EVALUACION_AMBIENTAL_MEDIO_ANALISIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ZIYANG L., YOUCAI Z., TAO Y., YU S., HUILI C., NANWEN Z. y RENHUA H., (2009),

Natural attenuation and characterization of contaminants composition in landfill leachate under different disposing ages, *Since of the total environment*, Vol. 407, p. 3385-3391.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz De Consistencia

TÍTULO: “INFLUENCIA DEL HIPOCLORITO DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DE LIXIVIADO DE UN RELLENO SANITARIO - REGIÓN LA LIBERTAD”

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Cómo influye el Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviados de un Relleno Sanitario – Región La Libertad?	<p>H0: No existe influencia del hipoclorito sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.</p> <p>H1: Si existe influencia del hipoclorito sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.</p>	<p>General: Analizar la influencia del Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviados de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.</p> <p>Específicos: Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-01 y RS-02. Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario después del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-03. Comparar los resultados analizados de los lixiviados con el D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. y DS N° 010-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes líquidos de Actividades Mineros – Metalúrgicos.</p>	<p>Variable Independiente: Hipoclorito de Calcio</p> <p>Variable Dependiente: Parámetros Fisicoquímicos de lixiviado.</p>	<p>Tipo de investigación: Experimental</p> <p>El trabajo de investigación fue de tipo aplicada, según Murillo (2008) la investigación aplicada también recibe el nombre de investigación empírica o práctica, porque aplica o utiliza los conocimientos obtenidos a su vez de otros, como consecuencia de sistematizar prácticas basadas.</p>	<p>Población: La población de estudio es el efluente minero, el volumen total de lixiviado del Relleno Sanitario.</p> <p>Muestra: Son cuarenta y cinco (45) litros de muestra. Se ha tomado cinco (03) litros por cada punto de monitoreo</p>

Anexo N° 02: Matriz de Operacionalización de Variables.

TÍTULO:” INFLUENCIA DEL HIPOCLORITO DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LIXIVIADO DE UN RELLENO SANITARIO - REGIÓN LA LIBERTAD”				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE: Parámetros Físicoquímicos de lixiviado	De acuerdo al Decreto Supremo N° 010-1010-MINAM. El parámetro es cualquier elemento sustancia o propiedad física, química, o biológica del efluente líquido de actividades minero-metalúrgico que define su calidad y que se encuentra regulado por este decreto. Las propiedades físicoquímicas son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante diferentes acciones externas, como el calentamiento, las deformaciones o el ataque de productos químicos. Estas propiedades son debidas a la estructura microscópica del material; es la configuración electrónica de un átomo la que determina los tipos de enlaces atómicos y son éstos los que contribuyen a forjar las propiedades de cada material.	Laboratorios Anderson (2018), detalla, El análisis físicoquímico es un método que permite determinar en los análisis de productos químicos la naturaleza de las interacciones entre los componentes de un sistema mediante el estudio de las relaciones entre las propiedades físicas y la composición del sistema, por lo tanto, los análisis físicoquímicos consisten en la medición de diversas propiedades físicas de los sistemas.	Limites Máximo Permisible de los parámetros	Aceites y Grasas Cianuro Total Cromo Hexavalente Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) Demanda Química de Oxígeno (DQO) Solidos Suspendidos Totales (STS).
VARIABLE INDEPENDIENTE: Hipoclorito de Calcio	El hipoclorito de calcio es comúnmente conocido como clorada, aunque también se utiliza como agente blanqueador. Su principal aplicación es en el tratamiento de aguas. Su función es la de eliminar bacterias, algas, hongos, moho y microorganismos que viven en el agua. Se utiliza para fines de sanitización por su alto contenido de cloro libre capaz de oxidar materia orgánica, así como microorganismos patógenos relacionados con enfermedades que se producen en los abastecimientos de agua. Otro de los usos preponderantes es la desinfección de redes de distribución de agua en los sistemas de embotelladoras, cervecerías y plantas potabilizadoras y de aguas residuales. QuimiNet.com (2011).	El hipoclorito de calcio es una sal de ácido hipocloroso. Su dilución en el agua da lugar a un equilibrio similar al original por el cloro gas, la principal diferencia es el valor del pH resultante. Las soluciones del hipoclorito de calcio contienen un exceso de álcali, lo que tiene a incrementar el PH. El hipoclorito de calcio tiene un poder oxidante equivalente al cloro gas, y puede ser utilizado para los mismos fines en el tratamiento de agua. El cloro es un elemento muy activo químicamente, razón por la cual no se le encuentra en estado libre, sino en combinación con otros elementos comunes como el calcio. Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. (s.f.).	La dosificación y cantidad en kg de hipoclorito de calcio (65%) diluido.	Valores de la caracterización del lixiviado del Relleno Sanitario.

Anexo N° 03: CADENAS DE CUSTODIA



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREOS AGUAS Y/O MUESTRAS ACUOSAS - CLIENTES

POP-042

N° de Documento Hoja N° 1 de 1		Grupo N° 1158/2021 Orden de Servicio N° Proceso N°	
Sede CERCADO Av. República de Argentina 1819, Urb. Industrial, Conde Teléfono: 011- 4889508 SALM: sarm@als.com.pe / info@als.com.pe		Sede AREQUIPA Av. Doctores N° 107, José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Teléfono: 054 - 424570 SARE: sarm@als.com.pe / info@als.com.pe	
CLIENTE: MINERA AURIFERA ROSAS VALVERDE S.A.			
CLIENTE	MINERA AURIFERA ROSAS VALVERDE S.A.	HDDH	
CONTACTO	4117480 Ayacucho 4254-4255	Baterías sulfato de amoníaco/NaOH	
DIRECCION	Av. Trinidad Morán 831, Lince Lima	H2CO4	
E-MAIL	vtares@minera.com.pe / lve@minera.com.pe / jca@minera.com.pe	HNO3	
FACTURAS:			
RAZON SOCIAL	MINERA AURIFERA ROSAS VALVERDE S.A.	HNO2	X
DIRECCION	Av. Trinidad Morán 831, Lince Lima	H2O2	
RUC	20132367808		
CONTACTO	José Luis Orozco / Oscar de Lopez		
TELEFONO	4117480 Anexo 224-227		
DATOS DEL PROYECTO:			
PROYECTO	UES ROSAS VALVERDE	Sólidos totales en suspensión /	
COTIZACIÓN		Cloruro total /	
MUESTREO POP	Karito Rosas Valverde	Cromo hexavalente /	
ESTACION DE MUESTREO			
ESTACION DE MUESTREO	Tipos de Muestra (H)	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)
RS-01	Línea de Agua Operativa	07/01/2021	17:09:00
RS-02	Estación Paso Ingerentes	07/01/2021	17:35:00
RS-03	Estación Paso Valverde	07/01/2021	18:01:00
DATOS DE CAUDAL			
ESTACION DE MUESTREO	pH	Temp °C	D.O. mg/L
RS-01	5.17	9.4	3.28
RS-02	6.95	12.0	2.98
RS-03	10.79	9.8	1.37
			Conductividad (µS/cm)
			TDS (mg/L)
			Caudal (L/s)
			Flujo (m³/h)
OBSERVACIONES:			
DATOS DE ENVÍO (INGRESAR POR EL CLIENTE): Enviado por: Karito Rosas Valverde Fecha: 07/01/2021 Hora (hh:mm): 18:00		DATOS DE RECEPCIÓN POR EL LABORATORIO: Recibido en laboratorio por: <i>DIANA BOLIV</i> Fecha: 08/01/2021 Hora (hh:mm): 17:00	
OBSERVACIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (UNA VEA SOLO LAS OBSERVACIONES)			
En buen estado	Si	No	
Recipiente etiquetado	Si	No	
Dentro del tiempo de conservación	Si	No	
Correctamente preservada	Si	No	
			Datos Muestras Hidrobiológicas Volumen (Litros) Área Muestras: Microbentos (m²)

(1) Tipo de muestra:
 ASU-Agua Subterránea; AM-Agua Mineral; AT-Agua Terrenal; AS-Agua Superficial; B-Rio; L-Laguna; LAGO-Agua de Lago; AL-Agua de Llave; 3P-Agua Pluvial; ARD-Agua Residual Doméstica; ARJ-Agua Residual Industrial; ARM-Agua Residual Municipal; AB-Agua de Bodega; "AP-Agua Potable"; MAS-Agua de Mesa; "AE-Agua Emvasada; AYS-Agua de Piscina; AYA-Agua de Laguna Artificial; ARI-Agua de Río; ASD-Agua Salada; AJA-Agua Salina; ARA-Agua de Arroyo y Retención; ACE-Agua de Canalización; AAC-Agua de Alimentación para Cabañas; ACI-Agua de Caldera; ASU-Agua de Lavandería; ARJ-Agua purificada; AD-Agua de Bodega.

(2) Información basada en recepción de muestras.
 (3) Códigos paramétricos en el POP 017-ANEXO 1.
 (4) Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Origen de Descarga Atmosférica.
 (5) Agua potable, Agua de Mesa y Agua Emvasada corresponden al tipo de Agua de Bodega.



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREOS AGUAS Y/O MUESTRAS ACUOSAS - CLIENTES

POP 048

N° de Documento		Hoja N° <u>1</u> de <u>1</u>		Grupo N° <u>7871/2021</u>		Orden de Servicio N°		Proceso N° <u>1091</u>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Sede CERCADO Av. República de Argentina 1839. Urb. Industrial. Corde Teléfono : 01 - 4889500 MAIL: ServicioClientes@als.com.pe					Sede AREQUIPA Av. Dolores N°167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Teléfono : 054 - 424570 MAIL: ServicioClientes@als.com.pe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">DATOS INFORMACIÓN DE ENSAYO A:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CLIENTE</td> <td colspan="9">Minera Aurifera Retamas</td> </tr> <tr> <td>CONTACTO</td> <td colspan="9">4117400 Anexo 4254-4255</td> </tr> <tr> <td>DIRECCIÓN</td> <td colspan="9">Av. Trinidad Morán 821, Lince Lima</td> </tr> <tr> <td>E-MAIL</td> <td colspan="9">vcomres@minera.com.pe / livel@minera.com.pe / jcolazco@minera.com.pe</td> </tr> <tr> <th colspan="10">FACTURAR A:</th> </tr> <tr> <td>RAZÓN SOCIAL</td> <td colspan="9">Minera Aurifera Retamas</td> </tr> <tr> <td>DIRECCIÓN</td> <td colspan="9">Av. Trinidad Morán 821, Lince Lima</td> </tr> <tr> <td>RUC</td> <td colspan="9">20132267800</td> </tr> <tr> <td>CONTACTO</td> <td colspan="9">Josef Luis Orellana / Eduardo Lopez</td> </tr> <tr> <td>TELÉFONO</td> <td colspan="9">4117400 Anexo 224-227</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DATOS DEL PROYECTO:</th> </tr> <tr> <td>PROYECTO</td> <td colspan="9">UEA Retamas</td> </tr> <tr> <td colspan="10">COTIZACIÓN :</td> </tr> <tr> <td colspan="10">MUESTREO POR :</td> </tr> <tr> <td colspan="10">Muestra de Muestreo</td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CODIGO DE MUESTRO</th> <th>Tipo de Muestra (1)</th> <th>FECHA DE MUESTRO</th> <th>Hr. In. (en hora)</th> <th>ODIGO DE LABORATORIO</th> <th>Sólidos totales en suspensión</th> <th>NaOH</th> <th>Buffer Sulfato de amonio/NaOH</th> <th>H2SO4</th> <th>HM03</th> <th>HM03</th> <th>HM04</th> <th>PRESELEVANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-01:</td> <td>Lixiviado Agua Oxigenada</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:06:00</td> <td>73087</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>RS-02:</td> <td>Lixiviado Agua Inorgánica</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:26:00</td> <td>73088</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>RS-03:</td> <td>Lixiviado Agua Tratamiento</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:56:00</td> <td>73089</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">DATOS DE CAMPO</th> </tr> <tr> <th>ESTACION DE MUESTREO</th> <th>pH</th> <th>Temp ° C</th> <th>O.D mg/L</th> <th>Conductividad us/cm</th> <th>TDS mg/L</th> <th>Cauidal L/S</th> <th>Turbidez NTU</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-01</td> <td>5.10</td> <td>13.4</td> <td>3.69</td> <td>9790</td> <td>5874</td> <td>0.04</td> <td>128.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>RS-02</td> <td>6.58</td> <td>12.3</td> <td>2.91</td> <td>1380</td> <td>828</td> <td>0.31</td> <td>40.2</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>RS-03</td> <td>6.00</td> <td>11.8</td> <td>2.98</td> <td>3180</td> <td>1908</td> <td>0.39</td> <td>117.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="10">OBSERVACIONES :</td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>Fernando Acuña Vargas COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS ALS LS Perú S.A.C DIA <u>12</u> MES <u>06</u> AÑO <u>2021</u> HORA <u>15:45</u></p> </td> </tr> <tr> <td colspan="5">DATOS DE ENVÍO (PAGADOS POR EL CLIENTE)</td> <td colspan="5">DATOS DE RECEPCIÓN POR EL LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Entrega por : Karito Rosas Valverde</td> <td colspan="5">Recibido en laboratorio por :</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Fecha : 11/02/2021</td> <td colspan="5">Fecha :</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Hora (hh:mm) : 18:30</td> <td colspan="5">Hora (hh:mm) :</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO)</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>En buen estado :</td> <td>Si</td> <td>No</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="5">Estado Muestra Microbiológica</td> </tr> <tr> <td>Receptor/a apropiado/a :</td> <td>Si</td> <td>No</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="5">Volumen (Litros)</td> </tr> <tr> <td>Dejando el tiempo de conservación :</td> <td>Si</td> <td>No</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="5">Área Muestra : Macrobentos (m²/...)</td> </tr> <tr> <td>Correctamente preservadas :</td> <td>Si</td> <td>No</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody></table>										DATOS INFORMACIÓN DE ENSAYO A:										CLIENTE	Minera Aurifera Retamas									CONTACTO	4117400 Anexo 4254-4255									DIRECCIÓN	Av. Trinidad Morán 821, Lince Lima									E-MAIL	vcomres@minera.com.pe / livel@minera.com.pe / jcolazco@minera.com.pe									FACTURAR A:										RAZÓN SOCIAL	Minera Aurifera Retamas									DIRECCIÓN	Av. Trinidad Morán 821, Lince Lima									RUC	20132267800									CONTACTO	Josef Luis Orellana / Eduardo Lopez									TELÉFONO	4117400 Anexo 224-227									DATOS DEL PROYECTO:										PROYECTO	UEA Retamas									COTIZACIÓN :										MUESTREO POR :										Muestra de Muestreo										<table border="1"> <thead> <tr> <th>CODIGO DE MUESTRO</th> <th>Tipo de Muestra (1)</th> <th>FECHA DE MUESTRO</th> <th>Hr. In. (en hora)</th> <th>ODIGO DE LABORATORIO</th> <th>Sólidos totales en suspensión</th> <th>NaOH</th> <th>Buffer Sulfato de amonio/NaOH</th> <th>H2SO4</th> <th>HM03</th> <th>HM03</th> <th>HM04</th> <th>PRESELEVANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-01:</td> <td>Lixiviado Agua Oxigenada</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:06:00</td> <td>73087</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>RS-02:</td> <td>Lixiviado Agua Inorgánica</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:26:00</td> <td>73088</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>RS-03:</td> <td>Lixiviado Agua Tratamiento</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:56:00</td> <td>73089</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>										CODIGO DE MUESTRO	Tipo de Muestra (1)	FECHA DE MUESTRO	Hr. In. (en hora)	ODIGO DE LABORATORIO	Sólidos totales en suspensión	NaOH	Buffer Sulfato de amonio/NaOH	H2SO4	HM03	HM03	HM04	PRESELEVANTE	RS-01:	Lixiviado Agua Oxigenada	ARD	11/02/2021	18:06:00	73087	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RS-02:	Lixiviado Agua Inorgánica	ARD	11/02/2021	18:26:00	73088	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RS-03:	Lixiviado Agua Tratamiento	ARD	11/02/2021	18:56:00	73089	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">DATOS DE CAMPO</th> </tr> <tr> <th>ESTACION DE MUESTREO</th> <th>pH</th> <th>Temp ° C</th> <th>O.D mg/L</th> <th>Conductividad us/cm</th> <th>TDS mg/L</th> <th>Cauidal L/S</th> <th>Turbidez NTU</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-01</td> <td>5.10</td> <td>13.4</td> <td>3.69</td> <td>9790</td> <td>5874</td> <td>0.04</td> <td>128.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>RS-02</td> <td>6.58</td> <td>12.3</td> <td>2.91</td> <td>1380</td> <td>828</td> <td>0.31</td> <td>40.2</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>RS-03</td> <td>6.00</td> <td>11.8</td> <td>2.98</td> <td>3180</td> <td>1908</td> <td>0.39</td> <td>117.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>										DATOS DE CAMPO										ESTACION DE MUESTREO	pH	Temp ° C	O.D mg/L	Conductividad us/cm	TDS mg/L	Cauidal L/S	Turbidez NTU			RS-01	5.10	13.4	3.69	9790	5874	0.04	128.0			RS-02	6.58	12.3	2.91	1380	828	0.31	40.2			RS-03	6.00	11.8	2.98	3180	1908	0.39	117.0			OBSERVACIONES :										<p>Fernando Acuña Vargas COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS ALS LS Perú S.A.C DIA <u>12</u> MES <u>06</u> AÑO <u>2021</u> HORA <u>15:45</u></p>										DATOS DE ENVÍO (PAGADOS POR EL CLIENTE)					DATOS DE RECEPCIÓN POR EL LABORATORIO					Entrega por : Karito Rosas Valverde					Recibido en laboratorio por :					Fecha : 11/02/2021					Fecha :					Hora (hh:mm) : 18:30					Hora (hh:mm) :					CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO)										En buen estado :	Si	No			Estado Muestra Microbiológica					Receptor/a apropiado/a :	Si	No			Volumen (Litros)					Dejando el tiempo de conservación :	Si	No			Área Muestra : Macrobentos (m ² /...)					Correctamente preservadas :	Si	No							
DATOS INFORMACIÓN DE ENSAYO A:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
CLIENTE	Minera Aurifera Retamas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
CONTACTO	4117400 Anexo 4254-4255																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DIRECCIÓN	Av. Trinidad Morán 821, Lince Lima																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
E-MAIL	vcomres@minera.com.pe / livel@minera.com.pe / jcolazco@minera.com.pe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
FACTURAR A:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
RAZÓN SOCIAL	Minera Aurifera Retamas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DIRECCIÓN	Av. Trinidad Morán 821, Lince Lima																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
RUC	20132267800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
CONTACTO	Josef Luis Orellana / Eduardo Lopez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
TELÉFONO	4117400 Anexo 224-227																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DATOS DEL PROYECTO:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
PROYECTO	UEA Retamas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
COTIZACIÓN :																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MUESTREO POR :																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Muestra de Muestreo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CODIGO DE MUESTRO</th> <th>Tipo de Muestra (1)</th> <th>FECHA DE MUESTRO</th> <th>Hr. In. (en hora)</th> <th>ODIGO DE LABORATORIO</th> <th>Sólidos totales en suspensión</th> <th>NaOH</th> <th>Buffer Sulfato de amonio/NaOH</th> <th>H2SO4</th> <th>HM03</th> <th>HM03</th> <th>HM04</th> <th>PRESELEVANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-01:</td> <td>Lixiviado Agua Oxigenada</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:06:00</td> <td>73087</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>RS-02:</td> <td>Lixiviado Agua Inorgánica</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:26:00</td> <td>73088</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>RS-03:</td> <td>Lixiviado Agua Tratamiento</td> <td>ARD</td> <td>11/02/2021</td> <td>18:56:00</td> <td>73089</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>										CODIGO DE MUESTRO	Tipo de Muestra (1)	FECHA DE MUESTRO	Hr. In. (en hora)	ODIGO DE LABORATORIO	Sólidos totales en suspensión	NaOH	Buffer Sulfato de amonio/NaOH	H2SO4	HM03	HM03	HM04	PRESELEVANTE	RS-01:	Lixiviado Agua Oxigenada	ARD	11/02/2021	18:06:00	73087	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RS-02:	Lixiviado Agua Inorgánica	ARD	11/02/2021	18:26:00	73088	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RS-03:	Lixiviado Agua Tratamiento	ARD	11/02/2021	18:56:00	73089	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
CODIGO DE MUESTRO	Tipo de Muestra (1)	FECHA DE MUESTRO	Hr. In. (en hora)	ODIGO DE LABORATORIO	Sólidos totales en suspensión	NaOH	Buffer Sulfato de amonio/NaOH	H2SO4	HM03	HM03	HM04	PRESELEVANTE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
RS-01:	Lixiviado Agua Oxigenada	ARD	11/02/2021	18:06:00	73087	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
RS-02:	Lixiviado Agua Inorgánica	ARD	11/02/2021	18:26:00	73088	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
RS-03:	Lixiviado Agua Tratamiento	ARD	11/02/2021	18:56:00	73089	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">DATOS DE CAMPO</th> </tr> <tr> <th>ESTACION DE MUESTREO</th> <th>pH</th> <th>Temp ° C</th> <th>O.D mg/L</th> <th>Conductividad us/cm</th> <th>TDS mg/L</th> <th>Cauidal L/S</th> <th>Turbidez NTU</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-01</td> <td>5.10</td> <td>13.4</td> <td>3.69</td> <td>9790</td> <td>5874</td> <td>0.04</td> <td>128.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>RS-02</td> <td>6.58</td> <td>12.3</td> <td>2.91</td> <td>1380</td> <td>828</td> <td>0.31</td> <td>40.2</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>RS-03</td> <td>6.00</td> <td>11.8</td> <td>2.98</td> <td>3180</td> <td>1908</td> <td>0.39</td> <td>117.0</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>										DATOS DE CAMPO										ESTACION DE MUESTREO	pH	Temp ° C	O.D mg/L	Conductividad us/cm	TDS mg/L	Cauidal L/S	Turbidez NTU			RS-01	5.10	13.4	3.69	9790	5874	0.04	128.0			RS-02	6.58	12.3	2.91	1380	828	0.31	40.2			RS-03	6.00	11.8	2.98	3180	1908	0.39	117.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
DATOS DE CAMPO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ESTACION DE MUESTREO	pH	Temp ° C	O.D mg/L	Conductividad us/cm	TDS mg/L	Cauidal L/S	Turbidez NTU																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
RS-01	5.10	13.4	3.69	9790	5874	0.04	128.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
RS-02	6.58	12.3	2.91	1380	828	0.31	40.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
RS-03	6.00	11.8	2.98	3180	1908	0.39	117.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
OBSERVACIONES :																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<p>Fernando Acuña Vargas COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS ALS LS Perú S.A.C DIA <u>12</u> MES <u>06</u> AÑO <u>2021</u> HORA <u>15:45</u></p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
DATOS DE ENVÍO (PAGADOS POR EL CLIENTE)					DATOS DE RECEPCIÓN POR EL LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Entrega por : Karito Rosas Valverde					Recibido en laboratorio por :																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Fecha : 11/02/2021					Fecha :																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Hora (hh:mm) : 18:30					Hora (hh:mm) :																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
En buen estado :	Si	No			Estado Muestra Microbiológica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Receptor/a apropiado/a :	Si	No			Volumen (Litros)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Dejando el tiempo de conservación :	Si	No			Área Muestra : Macrobentos (m ² /...)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Correctamente preservadas :	Si	No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															



CADENA DE CUSTODIA - MONITOREOS AGUAS Y/O MUESTRAS ACUOSAS - CLIENTES

FOR 041

N° de Documento _____ Hoja N° _____ de _____		Grupo N° <u>28189/2021</u> Orden de Servicio N° _____ Proceso N° <u>5777</u>											
Sede CERCADO Av. República de Argentina 1859. Urb. Industrial. Condo. Telefono : 01- 4889500 SALME_ServicioalCliente@alsglobal.com		Sede AREQUIPA Av. Dolores N° 167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Telefono : 054 - 424870 SAARE_ServicioalCliente@alsglobal.com											
ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:													
CLIENTE :	Minera Aurifera Retamas	NACH	PRESERVANTE										
CONTACTO :	4117400 Anexo 4754-4255												
DIRECCIÓN :	Av. Trinidad Moran 821. Lince Lima												
E-MAIL :	vtorres@marisa.com.pe / lveliz@marisa.com.pe/ gaburto@marisa.com.pe												
FACTURAR A:													
RAZÓN SOCIAL :	Minera Aurifera Retamas	Buffer Sulfato de	MUESTRA FILTRADA EN CAMPO										
DIRECCIÓN :	Av. Trinidad Moran 821. Lince Lima												
RUC :	20132367800												
CONTACTO :	José Luis Orellana/Eduardo Lopez												
TELÉFONO :	4117400 Anexo 224-227	H2SO4	PARÁMETRO										
DATOS DEL PROYECTO:													
PROYECTO :	UEA Retamas	HNO3											
	R.D. N° 375-2017-MEM-DGAA/M Tercera Modificación del Plan de Cierre de Minas*	HNO3											
COTIZACIÓN :		H2SO4	OBSERVACIONES										
MUESTREO POI :	Victor Torres Obando												
DATOS DE MUESTREO:													
ESTACIÓN DE MUESTREO	Tipo de muestra (TI)	FECHA DE MUESTREO		HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	Sólidos Totales en suspensión	Cloruro total	Cloro hipoclorante	Aceites y Grases	Materiales Totales	Metales disueltos	Codiformes termotolerantes	Demanda química de oxígeno
RS-01	ARD/ARI	20/05/2021	17:41	264848	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RS-02	ARD/ARI	20/05/2021	16:54	264848	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RS-03	ARD/ARI	20/05/2021	17:15	264848	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DATOS DE CAMPO													
ESTACIÓN DE MONITOREO	pH	Temperatura (°C)	O ₂ (mg/L)	C. E (µS/cm)	TDS (mg/L)								
RS-01	4.88	10.80	2.95	12980.00	7788								
RS-02	6.94	13.40	3.42	1502.00	901								
RS-03	5.17	10.30	3.90	6140.00	3684								
OBSERVACIONES :													
 Fernando Acuña Vargas COORDINADOR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS ALS LS Perú S.A.C. DIA 21 MES 05 AÑO 2021 HORA 16:45 L													
DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE)							DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO						
Entregado por : Juan José Colacco Terrazas							Recibido en laboratorio por:						
Fecha : 20/05/2021							Fecha :						
Hora (hh:mm) : 18:30							Hora (hh:mm) :						
Revisado por :													
CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO) :													
En buen estado:	SI	No			Datos Muestreo Microbiológica								
Recipiente apropiado:	SI	No			Volumen (Litros):	Área Muestreo (m ²):							
Dentro del tiempo de con:	SI	No			Zooplankton								
Correctamente preservado:	SI	No			cuantitativo: 40 L filtrado	30x30 cm ²							

(1) Tipo de muestra:
 ASUB=Agua Subterránea, AM=Agua Manantial, AT=Agua Térmica, AS=Agua Superficial, R=Río, L=Laguna, Lago, *ALL=Agua de Lluvia, *APL=Agua Pluvial, ARD=Agua Residual Doméstica, ARI=Agua Residual Industrial, ARM=Agua Residual Municipal, AB=Agua de Bebienda, **AP=Agua Potable, **AMS=Agua de Mesa, **AE=Agua Envasada, APS=Agua de Piscina, ALA=Agua de Laguna Artificial, AMR=Agua de Mar, ASO=Agua Salobre, ASA=Agua Salmuera, AIR=Agua de Inyección y Reinyección, ACE=Agua de Circulación o enfriamiento.
 (2) Información llenada en recepción de muestras.
 (3) Códigos parámetros en el POS 017- ANEXO I.
 *Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Deposition Atmosférica.
 ** Agua potable, Agua de Mesa y Agua Envasada corresponden al tipo de Agua de Bebida.

Anexo N° 04: INFORME DE ENSAYO 1158/2021. 20 de enero del 2021.

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.

Av. Trinidad Moran Nro. 821 Lince Lima Lima

U.E.A. RETAMAS RELLENO SANITARIO-GIGANTE

Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 20/01/2021



Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico



Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 24

Nº ALS LS	10881/2021-L2
Fecha de Muestreo	07/05/2021
Hora de Muestreo	17:09:00
Tipo de Muestra	Agua Residual Doméstica
Identificación	RS-01: Lixiviado Falso Original

Parámetro	Nº. Mat.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
DOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Caudal [L/s]*	2206	09/01/2021	L/s	—	—	0.28
Conductividad*	2206	09/01/2021	µS/cm	—	—	5030
Oxígeno Disuelto*	2207	09/01/2021	mg/L	—	—	3.28
pH*	2209	09/01/2021	Unidades pH	—	—	5.17
Sólidos Disueltos Totales*	18538	09/01/2021	mg/L	—	—	3
Temperatura de la Muestra*	2210	09/01/2021	°C	—	—	9.4
Turbidez*	2211	07/01/2021	NTU	—	—	58.90
DOS ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Acidos y Grasas	20493	10/01/2021	mg/L	0.100	0.400	324.3
Cloruro Total	11585	11/01/2021	mg/L	0.001	0.005	0.011
Grasa Hexavalente	18590	11/01/2021	mg/L	0.0004	0.0054	< 0.0004
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	12413	08/01/2021	mg/L	3	5	4430
Demanda Química de Oxígeno	12316	09/01/2021	mg O ₂ /L	3	5	4700
Sólidos Suspendedos Totales	20242	11/01/2021	mg/L	3	5	45
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelto (Ag)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00006	0.00030	< 0.00006
Aluminio Disuelto (Al)	20225	11/01/2021	mg/L	0.003	0.011	0.138
Antimonio Disuelto (As)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0001	0.0005	0.001
Boro Disuelto (B)	20225	11/01/2021	mg/L	0.003	0.012	0.094
Bario Disuelto (Ba)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0004	0.0014	0.0112
Berilio Disuelto (Be)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto Disuelto (Bi)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio Disuelto (Ca)	20225	11/01/2021	mg/L	0.10	0.25	711.7
Cadmio Disuelto (Cd)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto Disuelto (Co)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.00495
Cromo Disuelto (Cr)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0004
Cobre Disuelto (Cu)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0008	0.0009	0.0004
Hierro Disuelto (Fe)	20225	11/01/2021	mg/L	0.016	0.048	102.1
Mercurio Disuelto (Hg)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio Disuelto (K)	20225	11/01/2021	mg/L	0.02	0.05	138.3
Litio Disuelto (Li)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0054
Magnesio Disuelto (Mg)	20225	11/01/2021	mg/L	0.002	0.012	13.66
Manganeso Disuelto (Mn)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	13.63
Níquel Disuelto (Ni)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0008
Sodio Disuelto (Na)	20225	11/01/2021	mg/L	0.01	0.02	230.1
Níquel Disuelto (Ni)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0194
Fósforo Disuelto (P)	20225	11/01/2021	mg/L	0.05	0.13	30.25
Plomo Disuelto (Pb)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0004
Antimonio Disuelto (Sb)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0020
Selenio Disuelto (Se)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio Disuelto (Si)	20225	11/01/2021	mg/L	0.10	0.25	13.70
Stroncio Disuelto (Sr)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Stroncio Disuelto (Sr)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00020	0.00048	1.184
Talio Disuelto (Tl)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0089
Talio Disuelto (Tl)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio Disuelto (U)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio Disuelto (V)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
Zinc Disuelto (Zn)	20225	11/01/2021	mg/L	0.006	0.020	1.576
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20227	11/01/2021	mg/L	0.00006	0.00030	< 0.00006

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

Nº ALS 15						10661/2021-LB
Fecha de Muestreo:						07/01/2021
Hora de Muestreo:						17:00:00
Tipo de Muestra:						Área Residual Dorsóptica
Identificación:						RS-01: Lixiviado Fase Orgánica
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LD	Resultado
Aluminio (Al)	20237	12/01/2021	mg/L	0.003	0.011	0.094
Arsénico (As)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0001	0.0006	1.965
Boro (B)	20237	12/01/2021	mg/L	0.003	0.012	0.070
Cadmio (Cd)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0185
Cerbio (Ce)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Cálcio (Ca)	20237	12/01/2021	mg/L	0.10	0.25	799.1
Cadmio (Cd)	20237	12/01/2021	mg/L	0.00010	0.00025	0.00131
Cobalto (Co)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	0.1106
Cromo (Cr)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0642
Cobre (Cu)	20237	12/01/2021	mg/L	0.003	0.009	0.0060
Hierro (Fe)	20237	12/01/2021	mg/L	0.018	0.048	126.4
Mercurio (Hg)	20237	12/01/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	12/01/2021	mg/L	0.02	0.05	155.0
Litio (Li)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0027	0.0013	0.0063
Magnesio (Mg)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.012	38.23
Manganeso (Mn)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.005	15.07
Molibdeno (Mo)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0031
Sodio (Na)	20237	12/01/2021	mg/L	0.01	0.02	256.2
Níquel (Ni)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0220
Fósforo (P)	20237	12/01/2021	mg/L	0.05	0.15	38.25
Plomo (Pb)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0164
Antimonio (Sb)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0029
Selenio (Se)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0017
Silicio (Si)	20237	12/01/2021	mg/L	0.10	0.25	15.30
Estato (Sn)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.005	0.0005
Estroncio (Sr)	20237	12/01/2021	mg/L	0.00020	0.00048	1.311
Titanio (Ti)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0795
Talio (Tl)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Uranio (U)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0053
Zinc (Zn)	20237	12/01/2021	mg/L	0.008	0.020	1.718

Nº ALS 15						10661/2021-LB
Fecha de Muestreo:						07/01/2021
Hora de Muestreo:						17:00:00
Tipo de Muestra:						Área Residual Dorsóptica
Identificación:						RS-01: Lixiviado Fase Orgánica
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LD	Resultado
DES ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformos Termotolerantes	12146	08/01/2021	NMP/100 ml.	L.B	—	28000

Nº ALS 15						10661/2021-LB
Fecha de Muestreo:						07/01/2021
Hora de Muestreo:						17:35:00
Tipo de Muestra:						Área Residual Dorsóptica
Identificación:						RS-01: Lixiviado Fase Inorgánica
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LD	Resultado
DE DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Caudal (l/s)*	2204	06/01/2021	l/s	—	—	0.25

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	L0	L1	Resultado
Nº ANALISIS						
Fecha de Muestreo						10011/2021-L0
Hora de Muestreo						09/01/2021
Tipo de Muestra						17:25:00
Identificación						Area Residual Durofina R0-01: 10/Mele Paso Inorgánicos
Conductividad*	2206	09/01/2021	µS/cm	—	—	1361.0
Oxígeno Disuelto*	2207	09/01/2021	mg/L	—	—	3.88
pH*	2209	09/01/2021	Unidades pH	—	—	6.85
Sólidos Disueltos Totales*	18538	09/01/2021	mg/L	—	—	817
Temperatura de la Muestra*	2230	09/01/2021	°C	—	—	12.0
Turbidez*	2231	07/01/2021	NTU	—	—	28.10
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Acidez y Corrosión	20493	11/01/2021	mg/L	0.100	0.400	2.315
Cloruro Total	11585	11/01/2021	mg/L	0.001	0.005	< 0.001
Croma Hexavalente	18090	11/01/2021	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Químico de Oxígeno (DQO)	12413	09/01/2021	mg/L	3	5	98
Demanda Química de Oxígeno	12316	09/01/2021	mg O ₂ /L	3	5	129
Sólidos Suspendidos Totales	20243	11/01/2021	mg/L	3	5	21
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelto (Ag)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00006	0.00030	< 0.00006
Aluminio Disuelto (Al)	20225	11/01/2021	mg/L	0.003	0.011	0.019
Arsénico Disuelto (As)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.0003
Boro Disuelto (B)	20225	11/01/2021	mg/L	0.003	0.012	0.137
Bario Disuelto (Ba)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0468
Berilio Disuelto (Be)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto Disuelto (Bi)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio Disuelto (Ca)	20225	11/01/2021	mg/L	0.10	0.25	163.7
Cadmio Disuelto (Cd)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto Disuelto (Co)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0054
Cromo Disuelto (Cr)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0111
Cobre Disuelto (Cu)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0003	0.0009	< 0.0003
Hierro Disuelto (Fe)	20225	11/01/2021	mg/L	0.018	0.048	21.48
Mercurio Disuelto (Hg)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio Disuelto (K)	20225	11/01/2021	mg/L	0.02	0.05	18.57
Litio Disuelto (Li)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0038
Magnesio Disuelto (Mg)	20225	11/01/2021	mg/L	0.002	0.012	19.83
Manganeso Disuelto (Mn)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	7.454
Moibdeno Disuelto (Mo)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Sodio Disuelto (Na)	20225	11/01/2021	mg/L	0.01	0.02	35.47
Níquel Disuelto (Ni)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0043
Fósforo Disuelto (P)	20225	11/01/2021	mg/L	0.05	0.11	0.10
Plomo Disuelto (Pb)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0005
Antimonio Disuelto (Sb)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Selenio Disuelto (Se)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio Disuelto (Si)	20225	11/01/2021	mg/L	0.10	0.29	10.80
Estadío Disuelto (Sn)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio Disuelto (Sr)	20225	11/01/2021	mg/L	0.00020	0.00048	0.3869
Telurio Disuelto (Te)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0005	0.0013	< 0.0005
Talio Disuelto (Tl)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio Disuelto (U)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio Disuelto (V)	20225	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Zinc Disuelto (Zn)	20225	11/01/2021	mg/L	0.008	0.020	< 0.008
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20227	11/01/2021	mg/L	0.00006	0.00030	< 0.00006
Aluminio (Al)	20227	11/01/2021	mg/L	0.003	0.011	0.067
Arsénico (As)	20227	11/01/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.3001
Boro (B)	20227	11/01/2021	mg/L	0.003	0.012	0.160
Bario (Ba)	20227	11/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0873
Berilio (Be)	20227	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20227	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

NR ALS LS						10682/2021-LS
Fecha de Muestreo						07/01/2021
Hora de Muestreo						17:25:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Paso Inorgánicos
Parámetro	Ref. Méf.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
Calcio (Ca)	20237	11/01/2021	mg/L	0.10	0.25	179.1
Cadmio (Cd)	20237	11/01/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto (Co)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0000
Cromo (Cr)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0188
Cobre (Cu)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0009	0.0009	0.0013
Hierro (Fe)	20237	11/01/2021	mg/L	0.016	0.048	43.13
Mercurio (Hg)	20237	11/01/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	11/01/2021	mg/L	0.03	0.05	28.36
Litio (Li)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0009
Magnesio (Mg)	20237	11/01/2021	mg/L	0.002	0.012	22.18
Manganeso (Mn)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	0.0001
Niobio (Nb)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Sodio (Na)	20237	11/01/2021	mg/L	0.01	0.02	38.53
Níquel (Ni)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0050
Fósforo (P)	20237	11/01/2021	mg/L	0.05	0.10	0.53
Plomo (Pb)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0100
Antimonio (Sb)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
Selenio (Se)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	11/01/2021	mg/L	0.10	0.39	12.20
Estaño (Sn)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	0.0004
Estroncio (Sr)	20237	11/01/2021	mg/L	0.00020	0.00048	0.4429
Talio (Tl)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0047
Taño (Tb)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	11/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Zinc (Zn)	20237	11/01/2021	mg/L	0.008	0.020	0.070

NR ALS LS						10682/2021-LS
Fecha de Muestreo						07/01/2021
Hora de Muestreo						17:25:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Paso Inorgánicos
Parámetro	Ref. Méf.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformas Termotolerantes	12146	08/01/2021	NMP/100 ml	2.8	—	490

NR ALS LS						10682/2021-LS
Fecha de Muestreo						07/01/2021
Hora de Muestreo						18:01:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Post Tratamiento
Parámetro	Ref. Méf.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Caudal (L/s)*	2204	09/01/2021	L/s	—	—	0.57
Conductividad*	2206	09/01/2021	uS/cm	—	—	3900
Óxígeno Disuelto*	2207	09/01/2021	mg/L	—	—	1.37
pH*	2209	09/01/2021	Unidades pH	—	—	6.79
Sólidos Disueltos Totales*	18538	09/01/2021	mg/L	—	—	3
Temperatura de la Muestra*	2230	09/01/2021	°C	—	—	9.6
Turbidez*	2211	07/01/2021	NTU	—	—	167.0

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

PRUEBAS						10881/2021-UN
Fecha de Muestreo						09/04/2021
Hora de Muestreo						18:00:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-03: Lixiviado Post Tratamiento
Parámetro	Ref. Métr.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
107 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	30483	10/04/2021	mg/L	0.100	0.400	106.6
Cloruro Total	11585	11/04/2021	mg/L	0.001	0.005	0.009
Cromo Hexavalente	18590	11/04/2021	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	08/04/2021	mg/L	3	5	4620
Demanda Química de Oxígeno	12316	08/04/2021	mg O ₂ /L	3	5	4625
Sólidos Suspendidos Totales	30342	11/04/2021	mg/L	3	5	129
107 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelto (Ag)	30335	11/04/2021	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio Disuelto (Al)	30335	11/04/2021	mg/L	0.003	0.011	0.026
Antimonio Disuelto (As)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.0017
Boro Disuelto (B)	30335	11/04/2021	mg/L	0.003	0.012	0.069
Bario Disuelto (Ba)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0005	0.0014	0.0182
Berilio Disuelto (Be)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto Disuelto (Bi)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio Disuelto (Ca)	30335	11/04/2021	mg/L	0.10	0.25	896.4
Cadmio Disuelto (Cd)	30335	11/04/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto Disuelto (Co)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0217
Cromo Disuelto (Cr)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0015
Cobre Disuelto (Cu)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0003	0.0009	0.0006
Hierro Disuelto (Fe)	30335	11/04/2021	mg/L	0.016	0.048	0.189
Mercurio Disuelto (Hg)	30335	11/04/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio Disuelto (K)	30335	11/04/2021	mg/L	0.02	0.05	89.80
Litio Disuelto (Li)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0052
Magnesio Disuelto (Mg)	30335	11/04/2021	mg/L	0.003	0.012	13.80
Manganeso Disuelto (Mn)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0005	1.623
Molibdeno Disuelto (Mo)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0031
Sodio Disuelto (Na)	30335	11/04/2021	mg/L	0.01	0.03	149.5
Níquel Disuelto (Ni)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0116
Plomo Disuelto (Pb)	30335	11/04/2021	mg/L	0.05	0.13	0.45
Plomo Disuelto (Pb)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0003
Antimonio Disuelto (Sb)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0004
Selenio Disuelto (Se)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0005	0.0014	< 0.0005
Silicio Disuelto (Si)	30335	11/04/2021	mg/L	0.10	0.29	3.70
Estado Disuelto (Sr)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio Disuelto (Sr)	30335	11/04/2021	mg/L	0.00020	0.00049	1.092
Titanio Disuelto (Ti)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0005	0.0013	< 0.0005
Torio Disuelto (Th)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio Disuelto (U)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio Disuelto (V)	30335	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Zinc Disuelto (Zn)	30335	11/04/2021	mg/L	0.008	0.020	0.049
107 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	30337	11/04/2021	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio (Al)	30337	11/04/2021	mg/L	0.003	0.011	0.194
Antimonio (As)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.2149
Boro (B)	30337	11/04/2021	mg/L	0.003	0.012	0.096
Bario (Ba)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0005	0.0014	0.0174
Berilio (Be)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio (Ca)	30337	11/04/2021	mg/L	0.10	0.25	793.9
Cadmio (Cd)	30337	11/04/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto (Co)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0345
Cromo (Cr)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0060
Cobre (Cu)	30337	11/04/2021	mg/L	0.0003	0.0009	0.0032
Hierro (Fe)	30337	11/04/2021	mg/L	0.016	0.048	30.56

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

NP ALS LS						10613/2021-LB
Fecha de Muestreo						07/01/2021
Hora de Muestreo						12:01:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Pozo Tratamiento
Parámetro	Ref. Métd.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Mercurio (Hg)	20237	12/01/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	12/01/2021	mg/L	0.02	0.05	98.21
Litio (Li)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0066
Magnesio (Mg)	20237	12/01/2021	mg/L	0.002	0.012	18.30
Manganeso (Mn)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	5.154
Niobio (Nb)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0033
Sodio (Na)	20237	12/01/2021	mg/L	0.01	0.02	169.8
Níquel (Ni)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0001	0.0004	0.0132
Fósforo (P)	20237	12/01/2021	mg/L	0.05	0.13	6.91
Plomo (Pb)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0032
Antimonio (Sb)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0036
Selenio (Se)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	12/01/2021	mg/L	0.10	0.30	7.70
Estañio (Sn)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0005	0.0005
Stroncio (Sr)	20237	12/01/2021	mg/L	0.00020	0.00049	3.276
Titanio (Ti)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0168
Talio (Tl)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio (U)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	12/01/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0018
Zinc (Zn)	20237	12/01/2021	mg/L	0.008	0.020	0.216

NP ALS LS						10613/2021-LB
Fecha de Muestreo						07/01/2021
Hora de Muestreo						12:01:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Pozo Tratamiento
Parámetro	Ref. Métd.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
DOS ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	1.2146	06/01/2021	MPN/100 ml	1.0	—	2400

Observaciones

- + (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- + LD: Límite de detección.
- + LQ: Límite de cuantificación.
- + Los resultados que se encuentren por debajo del límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- + Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refieren a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No aplica para datos proporcionados por el cliente.
- + Ref. Métd.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- + "El Fósforo Disuelto (F) equivale a decir Fósforo Soluble."
- + Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SM/TWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 21rd Ed, 2017.

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Req. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RS-01: Lixiviado Pozo Orgánicos	Cliente	Agua Residual Doméstica	08/01/2021	07/01/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RS-02: Lixiviado Pozo Inorgánicos	Cliente	Agua Residual Doméstica	08/01/2021	07/01/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 1158/2021

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RS-02: Lixiviado Post Tratamiento	Ciente	Agua Residual Doméstica	08/01/2021	07/01/2021	—	—	Preparado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

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

Ref. Mé.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20690	IME	Acidos y Grasas (IG)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for determination of chlorofluoroethylene (CFC) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
11585	IME	Cianuro Total (Stabar)	ISO 10403-2:2012-1 st.Ed.(Validado), 2018	Water Quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FA and CFA) - Part 2: Method using continuous flow analysis (CFA)
12146	IME	Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E 1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (FC Medium)
11890	IME	Cromo Hexavalente	EPA 7196, Revisión 0 December 1996. (Validado, 2017)	Determination of Hexavalent Chromium in Drinking Water, Groundwater and Industrial Wastewater Effluents by Ion Chromatography.
12413	IME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SM 9210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12296	IME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 9220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
20235	IME	Metales Disueltos por ICP MS	EPA Method 8208 Rev. 7 July 2016) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
20237	IME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 8208 Rev. 7 July 2016) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
20240	IME	Sólidos Suspendidos Totales	SM 9240 D, 23rd Ed. 2017. (Validado 2018)	Solids: Total Suspended Solids (Dried at 103-105°C

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 1158/2021, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
RS-01: Lixiviado Fono Orgánicos	10651/2021-1-0	qpmpqr8115601
RS-02: Lixiviado Fono Inorgánicos	10652/2021-1-0	rpmpqr8125601
RS-03: Lixiviado Post Tratamiento	10653/2021-1-0	spmpqr8135601

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

IME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C., así como el uso para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

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

ALS LS Perú S.A.C. declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como se recibió.

Anexo N° 04: INFORME DE ENSAYO 7871/2021. 23 de Febrero del 2021.

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.

Av. Trinidad Moran Nro. 821 Lince Lima Lima

U.E.A. RETAMAS RELLENO SANITARIO-GIGANTE

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodriguez Carranza

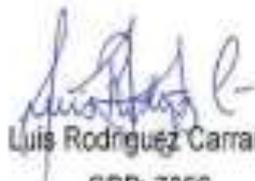
Fecha de Emisión: 23/02/2021



Evelyn Miñan Castillo

CQP: 778

Personal Signatario - Químico



Luis Rodriguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 35

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LD	Resultado
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Caudal [L/s]*	2208	14/03/2021	L/s	—	—	0.04
Conductividad*	2206	14/03/2021	µS/cm	—	—	9790
Oxígeno Disuelto*	2207	14/03/2021	mg/l	—	—	1.88
pH*	2209	14/03/2021	Unidades pH	—	—	5.10
Sólidos Disueltos Totales*	18038	14/03/2021	mg/l	—	—	5874
Temperatura de la Muestra*	2210	14/03/2021	°C	—	—	13.4
Turbidez*	2211	11/03/2021	NTU	—	—	128.0
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20491	15/03/2021	mg/l	0.100	0.400	587.1
Cloruro Total	11585	14/03/2021	mg/l	0.001	0.005	< 0.001
Cromo Hexavalente	18590	17/03/2021	mg/l	0.0006	0.0054	< 0.0006
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	12413	13/03/2021	mg/l	3	5	18420
Demanda Química de Oxígeno	12336	13/03/2021	mg O ₂ /l	3	5	26533
Sólidos Suspensos Totales	20042	16/03/2021	mg/l	3	5	90
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelto [Ag]	20225	14/03/2021	mg/l	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio Disuelto [Al]	20225	14/03/2021	mg/l	0.001	0.011	0.147
Antimonio Disuelto [As]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0001	0.0006	1.431
Boro Disuelto [B]	20225	14/03/2021	mg/l	0.001	0.011	0.061
Bario Disuelto [Ba]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0006	0.0014	0.0080
Berilio Disuelto [Be]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto Disuelto [Bi]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio Disuelto [Ca]	20225	14/03/2021	mg/l	0.10	0.25	823.8
Cadmio Disuelto [Cd]	20225	14/03/2021	mg/l	0.00010	0.00025	0.00070
Cobalto Disuelto [Co]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.1321
Cromo Disuelto [Cr]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0019
Cobre Disuelto [Cu]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0003	0.0009	0.0018
Hierro Disuelto [Fe]	20225	14/03/2021	mg/l	0.016	0.048	176.2
Mercurio Disuelto [Hg]	20225	14/03/2021	mg/l	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio Disuelto [K]	20225	14/03/2021	mg/l	0.02	0.05	171.3
Litio Disuelto [Li]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0062
Magnesio Disuelto [Mg]	20225	14/03/2021	mg/l	0.001	0.011	50.91
Manganeso Disuelto [Mn]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0005	19.31
Moolibdeno Disuelto [Mo]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0025
Sodio Disuelto [Na]	20225	14/03/2021	mg/l	0.01	0.02	298.6
Níquel Disuelto [Ni]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0055
Fósforo Disuelto [P]	20225	14/03/2021	mg/l	0.05	0.10	35.60
Plomo Disuelto [Pb]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0006
Antimonio Disuelto [Sb]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0014
Selenio Disuelto [Se]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0006	0.0014	0.0017
Silicio Disuelto [Si]	20225	14/03/2021	mg/l	0.10	0.39	20.00
Estadío Disuelto [Sn]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio Disuelto [Sr]	20225	14/03/2021	mg/l	0.00020	0.00048	1.257
Talio Disuelto [Tl]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0005	0.0013	0.0051
Taio Disuelto [Tl]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio Disuelto [U]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio Disuelto [V]	20225	14/03/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0045
Zinc Disuelto [Zn]	20225	14/03/2021	mg/l	0.008	0.020	1.280
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata [Ag]	20227	14/03/2021	mg/l	0.00008	0.00030	< 0.00008

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

Nº ALS 15						71087/2021-L2
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						18:06:00
Tipo de Muestra						Área Residual Demersita
Identificación						RS-01: Lixiviado Fase Orgánica
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Aluminio [Al]	20227	14/02/2021	mg/L	0.003	0.011	1.398
Arsénico [As]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0006	2.487
Boro [B]	20227	14/02/2021	mg/L	0.003	0.012	0.093
Cerio [Ce]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0505
Berilio [Be]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0003
Bismuto [Bi]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0003
Calcio [Ca]	20227	14/02/2021	mg/L	0.10	0.25	12.65
Cadmio [Cd]	20227	14/02/2021	mg/L	0.00010	0.00025	0.00065
Cobalto [Co]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.2100
Cromo [Cr]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0080
Cobre [Cu]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0003	0.0006	0.0077
Hierro [Fe]	20227	14/02/2021	mg/L	0.016	0.048	295.7
Mercurio [Hg]	20227	14/02/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio [K]	20227	14/02/2021	mg/L	0.02	0.05	262.2
Litio [Li]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0099
Magnesio [Mg]	20227	14/02/2021	mg/L	0.001	0.013	79.01
Manganeso [Mn]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0005	28.05
Molibdeno [Mo]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0043
Sodio [Na]	20227	14/02/2021	mg/L	0.01	0.02	460.2
Níquel [Ni]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0508
Fósforo [P]	20227	14/02/2021	mg/L	0.05	0.11	68.24
Plomo [Pb]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0163
Antimonio [Sb]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0034
Selenio [Se]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0034
Silicio [Si]	20227	14/02/2021	mg/L	0.10	0.29	30.30
Estaño [Sn]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio [Sr]	20227	14/02/2021	mg/L	0.00020	0.00049	2.151
Titanio [Ti]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.1342
Talio [Tl]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0002
Uranio [U]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0003
Vanadio [V]	20227	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0095
Zinc [Zn]	20227	14/02/2021	mg/L	0.008	0.020	1.933

Nº ALS 15						71087/2021-L2
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						18:06:00
Tipo de Muestra						Área Residual Demersita
Identificación						RS-01: Lixiviado Fase Orgánica
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	12/02/2021	MPN/100 ml.	1.8	—	< 1.8

Nº ALS 15						71087/2021-L2
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						18:06:00
Tipo de Muestra						Área Residual Demersita
Identificación						RS-02: Lixiviado Fase Inorgánica
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Caudal [L/s]*	2208	14/02/2021	L/s	—	—	0.21

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

Parámetro	Ref. Métr.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
PRUEBAS Fecha de Muestreo: 11/02/2021 Hora de Muestreo: 18:25:06 Tipo de Muestra: Agua Residual Dirección: RD-001188/Valdebe Puro Inorgánicas						
Conductividad*	2206	14/02/2021	µS/cm	---	---	1392
Oxígeno Disuelto*	2207	14/02/2021	mg/L	---	---	2.91
pH*	2209	14/02/2021	Unidades pH	---	---	6.58
Sólidos Disueltos Totales*	18538	14/02/2021	mg/L	---	---	828
Temperatura de la Muestra*	2230	14/02/2021	°C	---	---	12.3
Turbidez*	2231	14/02/2021	NTU	---	---	40.3
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Acidos y Grasas	20492	15/02/2021	mg/L	0.100	0.400	4.330
Cloruro Total	11585	14/02/2021	mg/L	0.001	0.005	< 0.001
Cromo Hexavalente	18590	17/02/2021	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	13413	13/02/2021	mg/L	2	5	34
Demanda Química de Oxígeno	13396	18/02/2021	mg O ₂ /L	3	5	124
Sólidos Suspensos Totales	20242	16/02/2021	mg/L	3	5	34
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelta (Ag)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio Disuelto (Al)	20235	14/02/2021	mg/L	0.001	0.011	0.063
Arsénico Disuelto (As)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.1586
Boro Disuelto (B)	20235	14/02/2021	mg/L	0.001	0.012	0.144
Bario Disuelto (Ba)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0653
Berilio Disuelto (Be)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Bismuto Disuelto (Bi)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Calcio Disuelto (Ca)	20235	14/02/2021	mg/L	0.10	0.25	162.4
Cadmio Disuelto (Cd)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto Disuelto (Co)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	0.0040
Cromo Disuelto (Cr)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0067
Cobre Disuelto (Cu)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0009	0.0010
Hierro Disuelto (Fe)	20235	14/02/2021	mg/L	0.016	0.048	36.77
Mercurio Disuelto (Hg)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Platino Disuelto (Pt)	20235	14/02/2021	mg/L	0.02	0.05	20.10
Litio Disuelto (Li)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0028
Magnesio Disuelto (Mg)	20235	14/02/2021	mg/L	0.001	0.012	22.21
Manganeso Disuelto (Mn)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0005	7.645
Níquel Disuelto (Ni)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Sodio Disuelto (Na)	20235	14/02/2021	mg/L	0.01	0.02	36.33
Níquel Disuelto (Ni)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	0.0039
Fósforo Disuelto (P)	20235	14/02/2021	mg/L	0.05	0.13	0.09
Plomo Disuelto (Pb)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	0.0011
Antimonio Disuelto (Sb)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Selenio Disuelto (Se)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0000	0.0018	< 0.0000
Silicio Disuelto (Si)	20235	14/02/2021	mg/L	0.10	0.29	13.20
Estaño Disuelto (Sn)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0005	< 0.0001
Estroncio Disuelto (Sr)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00010	0.00049	0.4201
Titanio Disuelto (Ti)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0028
Talio Disuelto (Tl)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Uranio Disuelto (U)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Vanadio Disuelto (V)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Zinc Disuelto (Zn)	20235	14/02/2021	mg/L	0.008	0.020	0.054
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	14/02/2021	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	14/02/2021	mg/L	0.003	0.011	0.063
Arsénico (As)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.2500
Boro (B)	20237	14/02/2021	mg/L	0.003	0.012	0.144
Bario (Ba)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0695
Berilio (Be)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	< 0.0001
Bismuto (Bi)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0004	0.0001

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

N° ALS 15						78088/2021-L2
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						18:26:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-02: Lixiviado Pozo Inorgánico
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Calcio (Ca)	20237	14/02/2021	mg/L	0.10	0.25	162.9
Calcio (Ca)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0010	0.0025	< 0.0010
Cobalto (Co)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0060
Cromo (Cr)	20237	14/02/2021	mg/L	0.007	0.012	0.0127
Cobre (Cu)	20237	14/02/2021	mg/L	0.008	0.009	0.0029
Hierro (Fe)	20237	14/02/2021	mg/L	0.016	0.040	45.96
Mercurio (Hg)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0005	0.0010	< 0.0005
Potasio (K)	20237	14/02/2021	mg/L	0.02	0.05	20.10
Litio (Li)	20237	14/02/2021	mg/L	0.007	0.013	0.0030
Magnesio (Mg)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.012	22.21
Manganeso (Mn)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.005	8.224
Molibdeno (Mo)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Sodio (Na)	20237	14/02/2021	mg/L	0.01	0.03	34.33
Níquel (Ni)	20237	14/02/2021	mg/L	0.003	0.006	0.0043
Fósforo (P)	20237	14/02/2021	mg/L	0.05	0.13	0.53
Plomo (Pb)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0048
Antimonio (Sb)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0051
Selenio (Se)	20237	14/02/2021	mg/L	0.006	0.014	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	14/02/2021	mg/L	0.10	0.29	13.20
Estaño (Sn)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0020	0.0048	0.4290
Titanio (Ti)	20237	14/02/2021	mg/L	0.005	0.013	0.0049
Talio (Tl)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Uranio (U)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.006	0.0028
Zinc (Zn)	20237	14/02/2021	mg/L	0.008	0.020	0.054

N° ALS 15						78088/2021-L2
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						18:26:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-02: Lixiviado Pozo Inorgánico
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
DES ENsayos MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	12/02/2021	NMP/100 ml	1.8	—	33

N° ALS 15						78088/2021-L2
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						18:56:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Post Tratamiento
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
DES DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Caudal (L/s)*	2206	14/02/2021	L/s	—	—	0.39
Conductividad*	2206	14/02/2021	uS/cm	—	—	3180
Oxígeno Disuelto*	2207	14/02/2021	mg/L	—	—	2.88
pH*	2209	14/02/2021	Unidades pH	—	—	6.0
Sólidos Disueltos Totales*	18516	14/02/2021	mg/L	—	—	2900
Temperatura de la Muestra*	2230	14/02/2021	°C	—	—	21.8
Turbidez*	2231	14/02/2021	NTU	—	—	117.0

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

Parámetro	Nº Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	U1	U2	Resultado
WP AL 15						
Fecha de Muestreo						7/08/2021-LI
Hora de Muestreo						11/02/2021
Tipo de Muestra						18:56:00
Identificación						Area Realidad Distrito de P.O. 011-100000 Post. Valleshera
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Acidez y Grasas	20493	15/02/2021	mg/L	0.100	0.400	68.85
Cloruro Total	11585	14/02/2021	mg/L	0.001	0.005	< 0.001
Cromo Hexavalente	18596	17/02/2021	mg/L	0.0006	0.0054	< 0.0004
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	12413	13/02/2021	mg/L	3	5	3420
Demanda Química de Oxígeno	12336	14/02/2021	mg O ₂ /L	3	5	5290
Sólidos Suspensos Totales	20242	14/02/2021	mg/L	3	5	82
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP-MS						
Plata Disuelto (Ag)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00006	0.00030	< 0.00006
Aluminio Disuelto (Al)	20235	14/02/2021	mg/L	0.003	0.011	0.011
Arsénico Disuelto (As)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.4647
Boro Disuelto (B)	20235	14/02/2021	mg/L	0.003	0.012	0.104
Bario Disuelto (Ba)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0165
Berilio Disuelto (Be)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto Disuelto (Bi)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio Disuelto (Ca)	20235	14/02/2021	mg/L	0.10	0.25	264.3
Cadmio Disuelto (Cd)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto Disuelto (Co)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0296
Cromo Disuelto (Cr)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0070
Cobre Disuelto (Cu)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0003	0.0009	< 0.0003
Hierro Disuelto (Fe)	20235	14/02/2021	mg/L	0.014	0.048	52.10
Mercurio Disuelto (Hg)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Platino Disuelto (Pt)	20235	14/02/2021	mg/L	0.02	0.05	45.67
Litio Disuelto (Li)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0033
Magnesio Disuelto (Mg)	20235	14/02/2021	mg/L	0.003	0.012	24.99
Manganeso Disuelto (Mn)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0005	8.565
Níquel Disuelto (Ni)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Sodio Disuelto (Na)	20235	14/02/2021	mg/L	0.01	0.02	86.95
Níquel Disuelto (Ni)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0009
Fósforo Disuelto (P)	20235	14/02/2021	mg/L	0.05	0.12	3.21
Plomo Disuelto (Pb)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0009
Antimonio Disuelto (Sb)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Selenio Disuelto (Se)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio Disuelto (Si)	20235	14/02/2021	mg/L	0.10	0.29	12.40
Estadío Disuelto (Sn)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio Disuelto (Sr)	20235	14/02/2021	mg/L	0.00020	0.00048	0.5379
Titanio Disuelto (Ti)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0017
Talio Disuelto (Tl)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0003	0.0004	< 0.0003
Uranio Disuelto (U)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio Disuelto (V)	20235	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
Zinc Disuelto (Zn)	20235	14/02/2021	mg/L	0.008	0.020	0.244
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	20237	14/02/2021	mg/L	0.00006	0.00030	< 0.00006
Aluminio (Al)	20237	14/02/2021	mg/L	0.003	0.011	0.296
Arsénico (As)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.7723
Boro (B)	20237	14/02/2021	mg/L	0.003	0.012	0.154
Bario (Ba)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0839
Berilio (Be)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	14/02/2021	mg/L	0.10	0.25	370.7
Cadmio (Cd)	20237	14/02/2021	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto (Co)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0452
Cromo (Cr)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0012	0.0157
Cobre (Cu)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0003	0.0009	0.0519
Hierro (Fe)	20237	14/02/2021	mg/L	0.014	0.048	98.36

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

Nº ALS 15						7871/2021-15
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						13:58:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Post Tratamiento
Parámetro	Ref. Mé.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Mercurio (Hg)	20237	14/02/2021	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	14/02/2021	mg/L	0.02	0.05	54.49
Litio (Li)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0050
Magnesio (Mg)	20237	14/02/2021	mg/L	0.002	0.012	33.21
Manganeso (Mn)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0005	13.17
Metafósforo (Mf)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0009
Sodio (Na)	20237	14/02/2021	mg/L	0.01	0.02	118.8
Niquel (Ni)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0113
Fósforo (P)	20237	14/02/2021	mg/L	0.05	0.10	13.74
Plomo (Pb)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0000
Antimonio (Sb)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0000
Selenio (Se)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0000
Silicio (Si)	20237	14/02/2021	mg/L	0.10	0.39	17.80
Estaño (Sn)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	14/02/2021	mg/L	0.00020	0.00049	0.8007
Titanio (Ti)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.0306
Teluro (Te)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio (U)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	14/02/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0044
Zinc (Zn)	20237	14/02/2021	mg/L	0.008	0.020	0.440

Nº ALS 15						7871/2021-15
Fecha de Muestreo						11/02/2021
Hora de Muestreo						13:58:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-01: Lixiviado Post Tratamiento
Parámetro	Ref. Mé.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
DOS ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformos Termotolerantes	12146	11/02/2021	MPN/100 ml	1.8	—	17000

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mé.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- "El Fósforo Disuelto (P) equivale a decir Fósforo Soluble."
- Los Coliformos Termotolerantes equivalen a decir Coliformos Fecales, de acuerdo al SMTRW-APHA-AWWA-WF Part 9221 E-1, 3rd Ed. 2017.
- MEMORÁNDUM INTERNO MA N° 033-2021

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RS-01: Lixiviado Paso Orgánico	Cliente	Agua Residual Doméstica	12/02/2021	11/02/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RS-02: Lixiviado Paso Inorgánico	Cliente	Agua Residual Doméstica	12/02/2021	11/02/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 7871/2021

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RS-01: Lixiviado Post Tratamiento	Cliente	Agua Residual Doméstica	12/02/2021	11/02/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

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

Ref. Métd.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20490	LME	Aceites y Grasas (FR)	ASTM D7084-04 (validado, 2019)	Standard Test Method for Slur/Primer of Chlorotrifluoroethylene (5-11%) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
11585	LME	Cianuro Total (Skalar)	ISO 14603-2:2012-1 1st Ed. (validado), 2014	Water Quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA) - Part 2: Method using continuous flow analysis (CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SM 911W-APHA-AWWA-WEF Part 9221 T 1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (FC Medium)
18590	LME	Cromo Hexavalente	EPA 7199, Revisión 0 December 1996. (Validado, 2017)	Determination of hexavalent Chromium in Drinking Water, Groundwater and Industrial Wastewater Effluents by Ion Chromatography.
12613	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD5)	SM 911W-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 911W-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
20235	LME	Metales Disueltos por ICP-MS	EPA Method 8200B Rev. 2 July 2014 (validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
20237	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA Method 8200B Rev. 2 July 2014 (validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
20242	LME	Sólidos Suspendidos Totales	SM 911W-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. (validado 2018)	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 7871/2021, para que este Informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
RS-01: Lixiviado Fono Orgánicos	73087/2021-1.0	tszpro5796037
RS-02: Lixiviado Fono Inorgánicos	73088/2021-1.0	uzmpro5796037
RS-03: Lixiviado Post Tratamiento	73089/2021-1.0	tszpro5796037

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

EPA*: U.S. Environmental Protection Agency.

SM*: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.

ASTM*: American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente Informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente Informe.

El lote de muestras que incluye el presente Informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

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

ALS LS Perú S.A.C. declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.

Anexo N° 05: INFORME DE ENSAYO 28787/2021. 28 de Mayo del 2021.

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.

Av. Trinidad Moran Nro. 821 Lince Lima Lima

U.E.A. RETAMAS

R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM

**Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de
Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para
Agua**

Informe Trimestral al MINEM

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 28/05/2021

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 31

Parámetro	Ref. NAc.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	IQ	Resultado
DE DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	24/05/2021	µS/cm	—	—	12080
Oxígeno Disuelto*	2207	24/05/2021	mg/l	—	—	2.95
pH*	2209	24/05/2021	Unidades pH	—	—	4.88
Sólidos Disueltos Totales*	18538	24/05/2021	mg/l	—	—	7768
Temperatura de la Muestra*	2210	24/05/2021	°C	—	—	18.85
DE ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20693	25/05/2021	mg/l	0.100	0.400	354.4
Cloruro Total	12585	25/05/2021	mg/l	0.001	0.005	< 0.001
Cromo Hexavalente	18590	25/05/2021	mg/l	0.0004	0.0024	< 0.0004
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	13411	22/05/2021	mg/l	2	5	18720
Demanda Química de Oxígeno	13336	25/05/2021	mg O ₂ /l	2	5	22375
Sólidos Suspendidos Totales	20242	25/05/2021	mg/l	1	5	417
DE ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelto (Ag)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio Disuelto (Al)	20235	24/05/2021	mg/l	0.003	0.011	17.44
Antimonio Disuelto (As)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0001	0.0006	0.0283
Boro Disuelto (B)	20235	24/05/2021	mg/l	0.002	0.012	0.067
Bario Disuelto (Ba)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0004	0.0014	0.0420
Berilio Disuelto (Be)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0005
Bismuto Disuelto (Bi)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio Disuelto (Ca)	20235	24/05/2021	mg/l	0.10	0.25	1000
Cadmio Disuelto (Cd)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00033	0.00025	0.00466
Cobalto Disuelto (Co)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.1740
Cromo Disuelto (Cr)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0007	0.0012	0.0361
Cobre Disuelto (Cu)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0003	0.0006	0.0044
Hierro Disuelto (Fe)	20235	24/05/2021	mg/l	0.016	0.048	255.7
Mercurio Disuelto (Hg)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00005	0.00010	< 0.00005
Molibdeno Disuelto (Mo)	20235	24/05/2021	mg/l	0.02	0.05	250.7
Niobio Disuelto (Nb)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0070
Magnesio Disuelto (Mg)	20235	24/05/2021	mg/l	0.002	0.012	58.40
Manganeso Disuelto (Mn)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	31.54
Niódobio Disuelto (Ni)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0098
Sodio Disuelto (Na)	20235	24/05/2021	mg/l	0.01	0.02	463.5
Níquel Disuelto (Ni)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0451
Plomo Disuelto (Pb)	20235	24/05/2021	mg/l	0.05	0.15	46.22
Plomo Disuelto (Pb)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0345
Antimonio Disuelto (Sb)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0027
Selenio Disuelto (Se)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0004	0.0014	0.0065
Silicio Disuelto (Si)	20235	24/05/2021	mg/l	0.10	0.24	20.90
Estaño Disuelto (Sn)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio Disuelto (Sr)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00030	0.00049	1.542
Titanio Disuelto (Ti)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0005	0.0013	0.4860
Talio Disuelto (Tl)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio Disuelto (U)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0004
Vanadio Disuelto (V)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0183
Zinc Disuelto (Zn)	20235	24/05/2021	mg/l	0.008	0.020	1.881
DE ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	24/05/2021	mg/l	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	24/05/2021	mg/l	0.003	0.011	17.24

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

Nº ALS 15						
Fecha de Muestreo	28/05/2021 4.2					
Hora de Muestreo	17:41:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Doméstica					
Identificación	RS-01					
Parámetro	Ref. Mtd.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
Aluminio (Al)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0001	0.0006	1.884
Boro (B)	20237	28/05/2021	mg/l	0.003	0.013	0.135
Bario (Ba)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0004	0.0014	0.3919
Berilio (Be)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0016
Bromo (Br)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0005
Calcio (Ca)	20237	28/05/2021	mg/l	0.10	0.25	1958
Cadmio (Cd)	20237	28/05/2021	mg/l	0.00010	0.00025	0.0188
Cobalto (Co)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.1468
Cromo (Cr)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0013	0.0218
Cobre (Cu)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0001	0.0006	0.0216
Hierro (Fe)	20237	28/05/2021	mg/l	0.016	0.046	438.7
Mercurio (Hg)	20237	28/05/2021	mg/l	0.00005	0.00010	<0.00005
Potasio (K)	20237	28/05/2021	mg/l	0.02	0.05	491.9
Litio (Li)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0013	0.2133
Magnesio (Mg)	20237	28/05/2021	mg/l	0.002	0.013	134.0
Manganeso (Mn)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	64.38
Molibdeno (Mo)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0204
Sodio (Na)	20237	28/05/2021	mg/l	0.05	0.01	901.3
Niquel (Ni)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0856
Fósforo (P)	20237	28/05/2021	mg/l	0.05	0.13	113.1
Plomo (Pb)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.1954
Antimonio (Sb)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0063
Selenio (Se)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0004	0.0014	0.0167
Silicio (Si)	20237	28/05/2021	mg/l	0.37	0.39	38.80
Estaño (Sn)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	<0.0002
Estroncio (Sr)	20237	28/05/2021	mg/l	0.00030	0.00049	1.098
Titanio (Ti)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0005	0.0013	1.031
Talio (Tl)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Uranio (U)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0014
Vanadio (V)	20237	28/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0428
Zinc (Zn)	20237	28/05/2021	mg/l	0.008	0.020	1.579

Nº ALS 15						
Fecha de Muestreo	28/05/2021 4.2					
Hora de Muestreo	17:41:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Doméstica					
Identificación	RS-01					
Parámetro	Ref. Mtd.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformos Termotolerantes	12346	21/05/2021	NMP/100 ml	1.8	—	400000

Nº ALS 15						
Fecha de Muestreo	28/05/2021 4.2					
Hora de Muestreo	18:54:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Doméstica					
Identificación	RS-01					
Parámetro	Ref. Mtd.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
DOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	28/05/2021	µS/cm	—	—	1502
Oxígeno Disuelto*	2207	28/05/2021	mg/l	—	—	1.62
pH*	2208	28/05/2021	Unidades pH	—	—	6.94
Sólidos Disueltos Totales*	18538	28/05/2021	mg/l	—	—	901

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

Nº ALS 15						2020-04/2021 1.2
Fecha de Muestreo						20/04/2021
Hora de Muestreo						18:54:00
Tipo de Muestra						Agua Residual
Identificación						Sanitaria
Parámetro	Nº. Mue.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	UQ	Resultado
Temperatura de la Muestra ^a	2210	24/05/2021	°C	—	—	12.40
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Acidez y Grasic	20493	26/05/2021	mg/l	0.100	0.400	2.063
Cloruro Total	12585	26/05/2021	mg/l	0.001	0.005	<0.006
Grasa Havaiente	18590	26/05/2021	mg/l	0.0009	0.0054	<0.0009
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	12813	22/05/2021	mg/l	2	5	16
Demanda Química de Oxígeno	12336	26/05/2021	mg O ₂ /l	2	5	36
Sólidos Suspendidos Totales	20042	26/05/2021	mg/l	2	5	66
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						
Plata Disuelto (Ag)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00008	0.00030	<0.00008
Aluminio Disuelto (Al)	20235	24/05/2021	mg/l	0.003	0.011	0.029
Arsénico Disuelto (As)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0001	0.0006	0.0010
Boro Disuelto (B)	20235	24/05/2021	mg/l	0.003	0.013	0.132
Bario Disuelto (Ba)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0006	0.0014	0.0363
Berilio Disuelto (Be)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0008	<0.0002
Bismuto Disuelto (Bi)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Calcio Disuelto (Ca)	20235	24/05/2021	mg/l	0.30	0.25	103.3
Cadmio Disuelto (Cd)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00010	0.00025	<0.00010
Cobalto Disuelto (Co)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0006	0.0046
Cromo Disuelto (Cr)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0056
Cobre Disuelto (Cu)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0003	0.0006	0.0004
Hierro Disuelto (Fe)	20235	24/05/2021	mg/l	0.016	0.046	10.55
Mercurio Disuelto (Hg)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00005	0.00010	<0.00005
Potasio Disuelto (K)	20235	24/05/2021	mg/l	0.02	0.05	18.33
Litio Disuelto (Li)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0018
Magnesio Disuelto (Mg)	20235	24/05/2021	mg/l	0.003	0.013	18.33
Manganeso Disuelto (Mn)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	6.438
Níquel Disuelto (Ni)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Sodio Disuelto (Na)	20235	24/05/2021	mg/l	0.01	0.02	35.92
Níquel Disuelto (Ni)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0036
Fósforo Disuelto (P)	20235	24/05/2021	mg/l	0.05	0.13	0.21
Plomo Disuelto (Pb)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0009
Antimonio Disuelto (Sb)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Selenio Disuelto (Se)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0006	0.0014	<0.0006
Silicio Disuelto (Si)	20235	24/05/2021	mg/l	0.30	0.26	12.35
Estadío Disuelto (Sn)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	<0.0002
Estroncio Disuelto (Sr)	20235	24/05/2021	mg/l	0.00020	0.00046	0.1776
Titanio Disuelto (Ti)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0005	0.0013	0.0025
Talio Disuelto (Tl)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Uranio Disuelto (U)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Vanadio Disuelto (V)	20235	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Zinc Disuelto (Zn)	20235	24/05/2021	mg/l	0.008	0.020	0.054
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	24/05/2021	mg/l	0.00008	0.00030	<0.00008
Aluminio (Al)	20237	24/05/2021	mg/l	0.003	0.011	0.032
Arsénico (As)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0001	0.0006	0.0027
Boro (B)	20237	24/05/2021	mg/l	0.003	0.013	0.154
Bario (Ba)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0006	0.0014	0.0467
Berilio (Be)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Bismuto (Bi)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Calcio (Ca)	20237	24/05/2021	mg/l	0.30	0.25	194.1
Cadmio (Cd)	20237	24/05/2021	mg/l	0.00010	0.00025	<0.00010
Cobalto (Co)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0006	0.0050
Cromo (Cr)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0066
Cobre (Cu)	20237	24/05/2021	mg/l	0.0003	0.0006	0.0006

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

N° ALS 15						28/08/2021 - L
Fecha de Muestreo						20/05/2021
Hora de Muestreo						18:54:00
Tipo de Muestra						Aguas Residuales Comunitaria RS-01
Identificación						
Parámetro	Ref. Méc.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
Hierro (Fe)	30037	24/05/2021	mg/l	0.016	0.048	26.71
Mercurio (Hg)	30037	24/05/2021	mg/l	0.00005	0.00010	<0.00005
Potasio (K)	30037	24/05/2021	mg/l	0.02	0.05	21.34
Litio (Li)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0007	0.0013	0.0021
Magnesio (Mg)	30037	24/05/2021	mg/l	0.002	0.012	22.94
Manganeso (Mn)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0003	0.0005	10.40
Niobio (Nb)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Sodio (Na)	30037	24/05/2021	mg/l	0.05	0.02	39.25
Niquel (Ni)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0004
Fósforo (P)	30037	24/05/2021	mg/l	0.05	0.12	0.32
Plomo (Pb)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0019
Antimonio (Sb)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Selenio (Se)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0004	0.0014	<0.0004
Silicio (Si)	30037	24/05/2021	mg/l	0.30	0.39	13.20
Estadío (Sr)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0005	<0.0002
Stroncio (Sr)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.4114
Talio (Tl)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0005	0.0013	0.0025
Talio (Tl)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Uranio (U)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Vanadio (V)	30037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0021
Zinc (Zn)	30037	24/05/2021	mg/l	0.004	0.020	0.029

N° ALS 15						28/08/2021 - L
Fecha de Muestreo						20/05/2021
Hora de Muestreo						18:54:00
Tipo de Muestra						Aguas Residuales Comunitaria RS-01
Identificación						
Parámetro	Ref. Méc.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
DOS ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformos Termotolerantes	12184	21/05/2021	NMP/100 ml	1.8	—	< 1.8

N° ALS 15						28/08/2021 - L
Fecha de Muestreo						20/05/2021
Hora de Muestreo						17:15:00
Tipo de Muestra						Aguas Residuales Comunitaria RS-01
Identificación						
Parámetro	Ref. Méc.	Fecha de Ensayo	Unidad	ID	LQ	Resultado
001 DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE						
Conductividad*	2206	24/05/2021	uS/cm	—	—	6140
Oxígeno Disuelto*	2207	24/05/2021	mg/l	—	—	3.0
pH*	2208	24/05/2021	unidades pH	—	—	5.17
Sólidos Disueltos Totales*	18538	24/05/2021	mg/l	—	—	3684
Temperatura de la Muestra*	2200	24/05/2021	°C	—	—	10.30
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS						
Acidez y Sarcos	20493	20/05/2021	mg/l	0.100	0.400	108.5
Cloruro Total	11585	25/05/2021	mg/l	0.001	0.005	<0.001
Cromo Hexavalente	18590	26/05/2021	mg/l	0.0004	0.0024	<0.0004
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12414	22/05/2021	mg/l	2	5	5080
Demanda Química de Oxígeno	12336	26/05/2021	mg O ₂ /l	2	5	5405
Sólidos Suspendidos Totales	20442	25/05/2021	mg/l	3	5	174
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Disueltos por ICP MS						

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

Nº ALS 15						28/08/2021-4.º
Fecha de Muestreo						20/05/2021
Hora de Muestreo						17:15:00
Tipo de Muestra						Amo Realidad
Identificación						Sanatoria
Identificación						15-01
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LD	Resultado
Plata (Disuelto) [Ag]	20035	24/05/2021	mg/L	0.00008	0.00010	<0.00008
Aluminio (Disuelto) [Al]	20035	24/05/2021	mg/L	0.001	0.011	3.904
Arsénico (Disuelto) [As]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.7903
Hierro (Disuelto) [Fe]	20035	24/05/2021	mg/L	0.013	0.013	0.142
Bario (Disuelto) [Ba]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.1264
Berilio (Disuelto) [Be]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0004
Bismuto (Disuelto) [Bi]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	<0.0002
Cadmio (Disuelto) [Cd]	20035	24/05/2021	mg/L	0.33	0.25	848.4
Cadmio (Disuelto) [Cd]	20035	24/05/2021	mg/L	0.00010	0.00025	0.00270
Cobalto (Disuelto) [Co]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.1227
Cromo (Disuelto) [Cr]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0118
Cobre (Disuelto) [Cu]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0003	0.0006	0.0053
Hierro (Disuelto) [Fe]	20035	24/05/2021	mg/L	0.016	0.048	170.5
Mercurio (Disuelto) [Hg]	20035	24/05/2021	mg/L	0.00005	0.00010	<0.00005
Potasio (Disuelto) [K]	20035	24/05/2021	mg/L	0.02	0.05	166.9
Litio (Disuelto) [Li]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0064
Magnesio (Disuelto) [Mg]	20035	24/05/2021	mg/L	0.003	0.013	51.25
Manganeso (Disuelto) [Mn]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0005	26.68
Molibdeno (Disuelto) [Mo]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0054
Sodio (Disuelto) [Na]	20035	24/05/2021	mg/L	0.02	0.02	291.9
Niquel (Disuelto) [Ni]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0302
Fósforo (Disuelto) [P]	20035	24/05/2021	mg/L	0.05	0.13	34.32
Plomo (Disuelto) [Pb]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0415
Antimonio (Disuelto) [Sb]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0018
Selenio (Disuelto) [Se]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.0061
Silicio (Disuelto) [Si]	20035	24/05/2021	mg/L	0.10	0.10	24.70
Stroncio (Disuelto) [Sr]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0002
Estroncio (Disuelto) [Sr]	20035	24/05/2021	mg/L	0.00020	0.00049	1.411
Titanio (Disuelto) [Ti]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0005	0.0013	0.2979
Talio (Disuelto) [Tl]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	<0.0002
Uranio (Disuelto) [U]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	<0.0002
Vanadio (Disuelto) [V]	20035	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0541
Zinc (Disuelto) [Zn]	20035	24/05/2021	mg/L	0.008	0.020	1.223
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata [Ag]	20037	24/05/2021	mg/L	0.00008	0.00010	<0.00008
Aluminio [Al]	20037	24/05/2021	mg/L	0.001	0.011	3.904
Arsénico [As]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0001	0.0006	0.8129
Hierro [Fe]	20037	24/05/2021	mg/L	0.003	0.013	0.144
Bario [Ba]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0006	0.0014	0.1264
Berilio [Be]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0004
Bismuto [Bi]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	<0.0002
Cadmio [Cd]	20037	24/05/2021	mg/L	0.33	0.25	848.4
Cadmio [Cd]	20037	24/05/2021	mg/L	0.00010	0.00025	0.00270
Cobalto [Co]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.1227
Cromo [Cr]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0118
Cobre [Cu]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0003	0.0006	0.0053
Hierro [Fe]	20037	24/05/2021	mg/L	0.016	0.048	170.5
Mercurio [Hg]	20037	24/05/2021	mg/L	0.00005	0.00010	<0.00005
Potasio [K]	20037	24/05/2021	mg/L	0.02	0.05	166.9
Litio [Li]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0007	0.0013	0.0064
Magnesio [Mg]	20037	24/05/2021	mg/L	0.003	0.013	51.25
Manganeso [Mn]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0005	26.68
Molibdeno [Mo]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0055
Sodio [Na]	20037	24/05/2021	mg/L	0.02	0.02	291.9
Niquel [Ni]	20037	24/05/2021	mg/L	0.0002	0.0004	0.0302
Fósforo [P]	20037	24/05/2021	mg/L	0.05	0.13	34.32

INFORME DE ENSAYO: 28787/2021

NP/AS LS						2021-05/2021-02
Fecha de Muestreo						20/05/2021
Hora de Muestreo						17:15:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-03
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Plomo [Pb]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0438
Arqueosio [As]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0024
Selenio [Se]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0004	0.0014	0.0043
Silicio [Si]	20037	24/05/2021	mg/l	0.33	0.39	24.70
Estroncio [Sr]	20037	24/05/2021	mg/l	0.00020	0.00040	1.431
Titanio [Ti]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0005	0.0013	0.3333
Yodo [I]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	<0.0002
Uranio [U]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0004
Vanadio [V]	20037	24/05/2021	mg/l	0.0002	0.0004	0.0141
Zinc [Zn]	20037	24/05/2021	mg/l	0.008	0.020	1.222

NP/AS LS						2021-05/2021-02
Fecha de Muestreo						20/05/2021
Hora de Muestreo						17:15:00
Tipo de Muestra						Agua Residual Doméstica
Identificación						RS-03
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
DOS ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12145	21/05/2021	NMP/100 ml	L.B.	—	700000

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del límite de Cuantificación, no aplican para comparativa de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por AIS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- *El Fósforo Disuelto [P] equivale a decir Fósforo Soluble.*
- Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMDWW-RPNA-AWWA-WEP Part 9221 E-1, 21rd Ed. 2017.
- MEMORANDUM INTERNO MA N° 081/2021

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Frec. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RS-01	Cliente	Agua Residual Doméstica	21/05/2021	20/05/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RS-02	Cliente	Agua Residual Doméstica	21/05/2021	20/05/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RS-03	Cliente	Agua Residual Doméstica	21/05/2021	20/05/2021	—	—	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

ANEXO N° 06 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de lixiviado del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-01 y RS-02.

Muestras del Grupo: Resultados del análisis. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-01 y RS-02					Normativa de fiscalización del cumplimiento		07 de enero 2021		11 de febrero 2021		20 de mayo 2021	
					Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales	Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes líquidos de Actividades Mineras - Metalúrgicos	Dosificación del Hipoclorito de Calcio 1.5 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua		Dosificación del Hipoclorito de Calcio 5.0 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua		Dosificación del Hipoclorito de Calcio 1.0 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua	
Método de Análisis	Parámetro	Unidad	LD	LQ	DS N° 003-2010-MINAM	DS N° 010-2010-MINAM	Antes del Tratamiento o RS1-01: Lixiviados Residuos Orgánicos	Antes del Tratamiento o RS1-02: Lixiviados Residuos Inorgánicos	Antes del Tratamiento o RS2-01: Lixiviados Residuos Orgánicos	Antes del Tratamiento o RS2-02: Lixiviados Residuos Inorgánicos	Antes del Tratamiento o RS3-01: Lixiviados Residuos Orgánicos	Antes del Tratamiento o RS3-02: Lixiviados Residuos Inorgánicos
ENSAYOS FISICOQUÍMICOS												
Aceites y Grasas (IR)	Aceites y Grasas	mg/L	0.100	0.400	20 mg/L	20 mg/L	324.2	2.915	587.3	4.330	358.4	2.161
Cianuro Total (Skalar)	Cianuro Total	mg/L	0.001	0.005	---	1 mg/L	0.011	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cromo Hexavalente	Cromo Hexavalente	mg/L	0.0009	0.0054	---	0.1 mg/L	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	5	100 mg/L	---	9400	94	19620	34	19720	16
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	2	5	200 mg/L	---	9700	129	26533	124	22375	86
Sólidos Suspendidos Totales	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	3	5	150 mg/L	50 mg/L	85	21	90	34	417	66

Tabla N° 07. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario después del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-03.

Muestras del Grupo: Resultados del análisis. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario después del tratamiento con hipoclorito de calcio en los puntos de muestreo, RS-03.					Normativa de fiscalización del cumplimiento		07 de enero 2021	11 de febrero 2021	20 de mayo 2021
					Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales	Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes líquidos de Actividades Mineros - Metalúrgicos	Dosificación del Hipoclorito de Calcio 1.5 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua	Dosificación del Hipoclorito de Calcio 5.0 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua	Dosificación del Hipoclorito de Calcio 1.0 kg de hipoclorito de calcio diluidos en 20 L de agua
Método de Análisis	Parámetro	Unidad	LD	LQ	DS N° 003-2010-MINAM	DS N° 010-2010-MINAM	Después del Tratamiento RS1-03:	Después del Tratamiento RS2-03:	Después del Tratamiento RS3-03:
<i>003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS</i>									
Aceites y Grasas (IR)	Aceites y Grasas	mg/L	0.100	0.400	20 mg/L	20 mg/L	106.6	68.85	108.5
Cianuro Total (Skalar)	Cianuro Total	mg/L	0.001	0.005	---	1 mg/L	0.009	< 0.001	< 0.001
Cromo Hexavalente	Cromo Hexavalente	mg/L	0.0009	0.0054	---	0.1 mg/L	< 0.0009	< 0.0009	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	5	100 mg/L	---	4620	3420	5080
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	2	5	200 mg/L	---	4655	5090	5425
Sólidos Suspendidos Totales	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	3	5	150 mg/L	50 mg/L	129	82	174

ANEXO N° 08. Análisis Estadístico ANOVA de varianza con un factor del Parámetro Fisicoquímico Aceites y Grasas

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	1287.9	429.3	18788.61
Fila 2	3	9.406	3.135333333	1.212550333
Fila 3	3	283.95	94.65	500.1325

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	301981.8	2	150990.9	23.48	0.00145377	5.143
Dentro de los grupos	38579.9	6	6429.9			
Total	340561.8	8				

Análisis TUKEY

HSD	200.9250489	
MULTIPLICADOR	4.34	Valor de la tabla tukey
Mse	6429.985017	
n	3	

Porcentaje de rendimiento

		07.01.21	11.02.21	20.05.21	PROMEDIO
R01	1.5/10 + 6/1000	342.2	587.3	358.4	429.3
R02	5/20 + 0	2.915	4.33	2.161	3.135333333
R03	1/20 + 0	106.6	68.85	108.5	94.65

Nivel de confianza del 95%

Existe diferencia significativa en los 3 grupos

Valor prueba F
23.4823

Valor crítico para F
5.14325
Como valor crítico de F es menor se rechaza hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa

Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Como se acepta la hipótesis alternativa se analiza cuál de los 3 grupos tiene diferencia significativa del hipoclorito de calcio sobre el parámetro fisicoquímico, aceites y grasas.

	A	B	C
A	**	426.1646667	334.65
B		**	-91.51466667
C			**

Existe diferencia entre grupo A y B ya que 426.1646667 es > 200.9250489

Existe diferencia entre grupo B y C ya que 334.65 es > 200.9250489

No existe diferencia entre grupo A y C ya -91.51467 es < 200.9250489

ANEXO N° 09. Análisis Estadístico ANOVA de varianza con un factor del Parámetro Físicoquímico Cianuro Total

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	0.013	0.0043333333	0.0000333333
Fila 2	3	0.003	0.001	0.0000000000
Fila 3	3	0.011	0.003666667	0.000021333

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.000019	2	0.000009	0.512	0.623	5.143
Dentro de los grupos	0.000109	6	0.000018			
Total	0.000128	8				

Análisis TUKEY

HSD	0.01	
MULTIPLICADOR	4.34	Valor de la tabla tukey
MSE	0.00001822	
n	3	

Porcentaje de rendimiento

		07.01.21	11.02.21	20.05.21	PROMEDIO
R01	1.5/10 + 6/1000	0.011	0.001	0.001	0.0043333333
R02	5/20 + 0	0.001	0.001	0.001	0.001
R03	1/20 + 0	0.009	0.001	0.001	0.003666667

Nivel de confianza del 95%

Existe diferencia significativa en los 3 grupos

Valor prueba F
0.512

Valor crítico para F
5.143

Como valor crítico de F es mayor, se
acepta hipótesis nula y se rechaza
hipótesis alternativa

Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Como se acepta la hipótesis nula se analiza cuál de los 3 grupos tiene diferencia significativa del hipoclorito de calcio sobre el parámetro fisicoquímico, cianuro total.

	A	B	C
A	**	0.00333333	0.000666667
B		**	-0.002666667
C			**

No existe diferencia entre grupo A y B ya que 0.00333333 es < 0.01

No existe diferencia entre grupo B y C ya que 0.000666667 es < 0.01

No existe diferencia entre grupo A y C ya -0.002666667 es < 0.01

ANEXO N° 10. Análisis Estadístico ANOVA de varianza con un factor del Parámetro Físicoquímico Cromo Hexavalente

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	15.15	5.05	0.0229
Fila 2	3	20.47	6.823333333	0.044433333
Fila 3	3	21.96	7.32	9.2029

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8.544289	2	4.272144444	1.3825	0.320765	5.143
Dentro de los grupos	18.540467	6	3.090077778			
Total	27.084755 56	8				

Análisis TUKEY

HSD	4.404674373	
MULTIPLICADOR	4.34	Valor de la tabla tukey
MSE	3.090077778	
n	3	

Porcentaje de rendimiento

		07.01.21	11.02.21	20.05.21	PROMEDIO
R01	1.5/10 + 6/1000	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
R02	5/20 + 0	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
R03	1/20 + 0	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009

Nivel de confianza del 95%

Existe diferencia significativa en los 3 grupos	Valor prueba F 4.2721444	Valor crítico para F 5.143
---	------------------------------------	--------------------------------------

Como valor crítico de F es mayor, se acepta hipótesis nula y se rechaza hipótesis alternativa

Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Como se acepta la hipótesis nula se analiza cuál de los 3 grupos tiene diferencia significativa del hipoclorito de calcio sobre el parámetro fisicoquímico, como hexavalente.

	RS-01	RS-02	RS-03
RS-01	**	0.000000	0.000000
RS-02		**	0.000000
RS-03			**

No Existe diferencia entre grupo A y B ya que 0.000000 es < 4.404674373

No existe diferencia entre grupo B y C ya que 0.000000 es < 4.404674373

No existe diferencia entre grupo A y C ya que 0.000000 es < 4.404674373

ANEXO N° 11. Análisis Estadístico ANOVA de varianza con un factor del Parámetro Físicoquímico Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	48740	16246.66667	35160133.33
Fila 2	3	144	48	1668
Fila 3	3	13120	4373.333333	734533.3333

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	422081354.7	2	211040677.3	17.6375	0.003071792	5.143
Dentro de los grupos	71792669.33	6	11965444.9			
Total	493874024	8				

Análisis TUKEY

HSD	8667.493558	
MULTIPLICADOR	4.34	Valor de la tabla tukey
Mse	11965444.89	
n	3	

Porcentaje de rendimiento

		07.01.21	11.02.21	20.05.21	PROMEDIO
R01	1.5/10 + 6/1000	9400	19620	19720	16246.66667
R02	5/20 + 0	94	34	16	48
R03	1/20 + 0	4620	3420	5080	4373.333333

Nivel de confianza del 95%

Existe diferencia significativa en los 3 grupos	Valor prueba F 17.6375	Valor crítico para F 5.14325
---	----------------------------------	--

Como valor crítico de F es menor se rechaza hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa

Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Como se acepta la hipótesis alternativa se analiza cuál de los 3 grupos tiene diferencia significativa del hipoclorito de calcio sobre el parámetro fisicoquímico, DBO5.

	RS-01	RS-02	RS-03
RS-01	**	16198.66667	11873.33333
RS-02		**	-4325.333333
RS-03			**

Existe diferencia entre grupo A y B ya que 16198.66667 es > 8667.493558

Existe diferencia entre grupo B y C ya que 11873.33333 es > 8667.493558

No existe diferencia entre grupo A y C ya -4325.333333 es < 8667.493558

ANEXO N° 12. Análisis Estadístico ANOVA de varianza con un factor del Parámetro Físicoquímico Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	58608	19536	76882413
Fila 2	3	339	113	553
Fila 3	3	15170	5056.666667	149058.3333

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	611343862.9	2	305671931.4	11.904	0.008155021	5.143
Dentro de los grupos	154064048.7	6	25677341.44			
Total	765407911.6	8				

Análisis TUKEY

HSD	12697.08802	
MULTIPLICADOR	4.34	Valor de la tabla tukey
Mse	25677341.44	
n	3	

Porcentaje de rendimiento

		07.01.21	11.02.21	20.05.21	PROMEDIO
R01	1.5/10 + 6/1000	9700	26533	22375	19536
R02	5/20 + 0	129	124	86	113
R03	1/20 + 0	4655	5090	5425	5056.666667

Nivel de confianza del 95%

Existe diferencia significativa en los 3 grupos	Valor prueba F 11.904	Valor crítico para F 5.14325
		Como valor crítico de F es menor se rechaza hipótesis nula y se acepta hipótesis alternativa

Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Como se acepta la hipótesis alternativa se analiza cuál de los 3 grupos tiene diferencia significativa del hipoclorito de calcio sobre el parámetro fisicoquímico, DQO.

	A	B	C
A	**	19423	14479.33333
B		**	-4943.666667
C			**

Existe diferencia entre grupo A y B ya que 19423 es > 12697.08802

Existe diferencia entre grupo B y C ya que 14479.33 es > 12697.08802

No existe diferencia entre grupo A y C ya --4943.6667 es < 12697.08802

ANEXO N° 13. Análisis Estadístico ANOVA de varianza con un factor del Parámetro Físicoquímico Sólidos Suspendidos Totales

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

Resumen

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	85	90	417
Fila 2	3	21	34	66
Fila 3	3	129	82	174

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	37154	2	18577	1.4345543	0.309609183	5.143
Dentro de los grupos	77698	6	12949.66667			
Total	114852	8				

Análisis TUKEY

HSD	285.1401652	
MULTIPLICADOR	4.34	Valor de la tabla tukey
MSE	12949.66667	
n	3	

Porcentaje de rendimiento

		07.01.21	11.02.21	20.05.21	PROMEDIO
R01	1.5/10 + 6/1000	85	90	417	197.3333333
R02	5/20 + 0	21	34	66	40.33333333
R03	1/20 + 0	129	82	174	128.3333333

Nivel de confianza del 95%

Existe diferencia significativa en los 3 grupos	Valor prueba F 1.4345543	Valor crítico para F 5.143
---	------------------------------------	--------------------------------------

Como valor crítico de F es mayor, se acepta hipótesis nula y se rechaza hipótesis alternativa

Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Como se acepta la hipótesis nula se analiza cuál de los 3 grupos tiene diferencia significativa del hipoclorito de calcio sobre el parámetro fisicoquímico, Sólidos Suspendidos Totales.

	A	B	C
A	**	157	69
B		**	-88
C			**

No Existe diferencia entre grupo A y B ya que 157 es < 285.1401652

No existe diferencia entre grupo B y C ya que 69 es < 285.1401652

No existe diferencia entre grupo A y C ya -88 es < 285.1401652