

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El
Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris,
distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, 2021**

Luz Maria Ñahui Gala
Diana Carolina Acosta Romero

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Pablo César Espinoza Tumialán

AGRADECIMIENTO

Resulta imposible no agradecer a Dios por darnos la voluntad, fuerza e inspiración para culminar con éxito esta primera etapa de nuestra vida profesional. En segundo lugar, nuestra casa de estudios, con docentes que han sido el principal motor para nuestro quehacer investigativo y ser el primer pilar en la gran ingeniería de nuestra profesión.

A nuestro asesor Ing. Pablo César Espinoza Tumialán, por su conocimiento compartido, por su tiempo y recomendaciones, las cuáles han aportado de manera significativa para la culminación de la tesis.

A nuestra familia, por su inmenso amor y aprecio, por confiar en nosotras, por aconsejarnos y por guiarnos.

DEDICATORIA

A Dios por haberme otorgado a unos padres maravillosos: Francisca Gala Sedano y Cirilo Ñahui Palomino, quienes son los pilares y motores de mis anhelos, objetivos y sueños, por depositar toda su confianza en mí y aspirar lo ideal para mi vida profesional; a mis hermanas por sus palabras de aliento; a mis abuelitas: Clea y Gregoria que desde el cielo iluminan mi camino, y por último a mi novio Jean por alegrarme los días.

Luz Maria Ñahui Gala

A mi madre, María Luisa Romero y a mi abuelita Margarita Nolasco que son mi prioridad en mi vida, por apoyarme en toda mi formación profesional y como ser humano; por brindarme su dedicación, apoyo y creer en mí, por inculcarme con ejemplos dignos de admiración, siempre siendo mi soporte en todo momento, por su amor y paciencia.

Diana Carolina Acosta Romero

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	16
1.1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2. Objetivos.....	20
1.2.1. Objetivo general.....	20
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3. Justificación e importancia	21
1.3.1. Justificación ambiental	21
1.3.2. Justificación social	23
1.3.3. Justificación económica	24
1.3.4. Importancia	25
1.4. Hipótesis y descripción de variables	26
1.4.1. Hipótesis	26
1.4.2. Descripción de variables	27
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. Antecedentes del problema.....	28
2.1.1. Antecedentes internacionales	28
2.1.2. Antecedentes nacionales	35
2.1.3. Antecedentes locales	40

2.2. Bases teóricas	42
2.2.1 Residuos sólidos	42
2.2.1.1. Origen de los residuos sólidos	42
2.2.1.2. Definición de residuos sólidos	43
2.2.1.3. Clasificación de residuos sólidos	44
2.2.1.4. Manejo de residuos sólidos.....	45
2.2.1.5. Resumen de la situación actual de los residuos sólidos en el Perú.....	46
2.2.2 Botadero	47
2.2.2.1. Definición de botaderos	47
2.2.2.2. Situación actual de los botaderos en el Perú.....	48
2.2.2.3. Consideraciones técnicas para la implementación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos.....	51
2.2.3. Lixiviado.....	52
2.2.3.1. Definición de lixiviado.....	52
2.2.3.2. Parámetros físico-químicos y microbiológicos de los lixiviados.....	53
2.2.3.3. Impacto a la salud de los lixiviados	54
2.2.3.4. Formación de lixiviados	55
2.2.3.5. Tipos de lixiviados	56
2.2.3.6. Alternativas actuales del manejo de lixiviados.....	57
2.2.4. Cuerpos de agua	64
2.2.4.1. Definición.....	64
2.2.4.2. Fuentes de contaminación del agua.....	64
2.2.4.3. Impacto de lixiviados en cuerpos de agua	65
2.3. Definición de términos básicos.....	65
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	69
3.1. Método y alcance de la investigación	69
3.1.1. Método de la investigación	69
3.1.2. Alcances de la investigación	70
3.2. Diseño de la investigación	70
3.3. Población y muestra.....	70
3.3.1. Población	70

3.3.2. Muestra	72
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	74
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	74
3.4.2. Instrumento de recolección de datos	74
3.4.3. Técnica para el análisis de la información	74
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	76
4.1.1. Ensayos preliminares	76
4.1.2. Ensayos de la investigación	77
4.1.3. Propuesta de medidas de contingencia.....	79
4.2. Prueba de hipótesis	80
4.2.1. Prueba de hipótesis específicas.....	81
4.2.2. Prueba de hipótesis principal	84
4.3. Discusión de resultados	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Problemas en cuerpos de agua por presencia de lixiviados	22
Tabla 2. Operacionalización de las variables	27
Tabla 3. Niveles máximos de contaminación por toxicidad	55
Tabla 4. Clasificación y caracterización de lixiviados	57
Tabla 5. Variables físico-químicas en lixiviados	57
Tabla 6. Métodos de recirculación de lixiviados	60
Tabla 7. Diferencias entre biorreactores con membrana y osmosis inversa.....	61
Tabla 8. Clasificación de procesos de oxidación avanzada.....	62
Tabla 9. Información básica del exbotadero El Edén	71
Tabla 10. Toma de muestra de lixiviados – exbotadero El Edén.....	73
Tabla 11. LMP para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad.....	75
Tabla 12. Resumen de resultados de ensayos preliminares para muestra compuesta de lixiviado	76
Tabla 13. Resumen de resultados de ensayos para las muestras compuestas de lixiviado	77
Tabla 14. Estadísticos descriptivos de ensayos para las muestras compuestas de lixiviado	78
Tabla 15. Edad de las muestras de lixiviado	78
Tabla 16. Selección de medidas de contingencia para el control de lixiviado.....	79
Tabla 17. Baremo para la prueba de hipótesis general de la investigación.....	81
Tabla 18. Pruebas de normalidad	82
Tabla 19. Prueba T-student para pH.....	82
Tabla 20. Prueba T-student para DBO ₅	82
Tabla 21. Prueba T-student para DQO	83
Tabla 22. Prueba T-student para Fe	83
Tabla 23. Resumen de prueba de hipótesis específicas	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Impropia disposición de residuos sólidos en el exbotadero El Edén (2014)	18
Figura 2. Evidencia de presencia de lixiviados del exbotadero El Edén que infiltra en cuerpo de agua	19
Figura 3. Clasificación de los residuos sólidos	44
Figura 4. Operaciones del manejo de residuos sólidos	45
Figura 5. Áreas degradadas por residuos sólidos	47
Figura 6. Número de áreas degradadas por departamento.....	49
Figura 7. Superficie de áreas degradadas por departamento.....	49
Figura 8. Superficie de áreas degradadas por provincia	50
Figura 9. Consideraciones para la disposición final de residuos sólidos	51
Figura 10. Condiciones mínimas para infraestructura de disposición final de residuos sólidos	52
Figura 11. Formación de lixiviados.....	56
Figura 12. Esquema del reactor anaerobios de flujo ascendente	59
Figura 13. Pozas recolectoras de lixiviados	71
Figura 14. Mapa de ubicación del ex botadero El Edén	71
Figura 15. Mapa de puntos de muestreo.....	72
Figura 16. Pasos para la toma de muestra de lixiviados	73
Figura 17. Diagrama del proceso con las medidas de contingencia propuestas	80
Figura 18. Extracción de muestra simple de las pozas	100
Figura 19. Medición de la temperatura.....	100
Figura 20. Medición del pH	100
Figura 21. Muestras simples recolectadas de las pozas	100
Figura 22. Homogenización de muestra compuesta	101
Figura 23. Muestras compuestas envasadas para análisis	101
Figura 24. Extracción de muestra simple de las pozas	102
Figura 25. Medición de la temperatura.....	102

Figura 26. Medición del pH	102
Figura 27. Muestras simples recolectadas de las pozas	102
Figura 28. Homogenización de muestra compuesta	103
Figura 29. Muestras compuestas envasadas para análisis	103
Figura 30. Extracción de muestra simple de las pozas	104
Figura 31. Medición de la temperatura	104
Figura 32. Medición del pH	104
Figura 33. Muestras simples recolectadas de las pozas	104
Figura 34. Homogenización de muestra compuesta	105
Figura 35. Muestras compuestas envasadas para análisis	105
Figura 36. Extracción de muestra simple de las pozas	106
Figura 37. Medición de la temperatura	106
Figura 38. Medición del pH	106
Figura 39. Muestras simples recolectadas de las pozas	106
Figura 40. Homogenización de muestra compuesta	107
Figura 41. Muestras compuestas envasadas para análisis	107
Figura 42. Extracción de muestra simple de las pozas	108
Figura 43. Medición de la temperatura	108
Figura 44. Medición del pH	108
Figura 45. Muestras simples recolectadas de las pozas	108
Figura 46. Homogenización de muestra compuesta	109
Figura 47. Muestras compuestas envasadas para análisis	109

RESUMEN

El problema de contaminación es de índole global, al cual Perú no escapa. Por muchos años, el problema de los desechos tuvo un manejo inadecuado creándose botaderos en todo el territorio nacional. En la provincia de Huancayo, existe un exbotadero llamado “El Edén” ubicado cerca de cuerpos de agua como lo son el lecho del río Shullcas y Mantaro, en el cual hoy en día se evidencia la presencia de lixiviados alrededor del mismo. Por lo que se realiza el trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.

Se procede mediante una metodología no experimental, longitudinal, descriptiva, con alcance proyectivo; tomando mediante muestreo por conveniencia, muestras para ensayos preliminares y muestras para la investigación en cinco oportunidades, todas en temporada de estiaje. Se obtiene como resultados que los ensayos realizados en la descarga de lixiviado para Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), y Hierro (Fe) superan los Límites Máximos Permisibles, significantes en el nivel del 5 %. Se concluye que la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris distrito de El Tambo, provincia de Huancayo 2021.

Palabras clave: contaminación, lixiviados, cuerpo de agua, botadero, residuos sólidos.

ABSTRACT

The pollution problem is global in nature, from which Peru does not escape. For many years it had an inadequate management creating dumps throughout the national territory. In the province of Huancayo, there is a former dump called "El Edén" located near bodies of water such as the bed of the Shullcas and Mantaro rivers, in which today the presence of leachate is evidenced around it. That is why the research work is carried out with the objective of Evaluating the effect of the discharge of leachate from the former El Edén dump in the adjacent body of water, Yauris sector, El Tambo district, Huancayo province, 2021.

It proceeds by means of a non-experimental, longitudinal, descriptive methodology, with a projective scope; taking samples for preliminary tests and samples for research through convenience sampling on 5 occasions, all in the dry season. The results are that the tests carried out in the leachate discharge for Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), and Iron (Fe) exceed the Maximum Permissible Limits, significant at the 5% level. It is concluded that the discharge of leachate from the former El Edén dump has a significant effect on the adjacent body of water, Yauris sector, El Tambo district, Huancayo province 2021.

Keywords: pollution, leachate, body of water, dump, solid waste.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la disposición final de los residuos sólidos se ha convertido en uno de los problemas más significativos; debido a que su inadecuado manejo puede ocasionar efectos negativos al medio ambiente; este problema es difícil de enfrentar en países en desarrollo debido al estado económico y los botaderos representan la salida más rápida y económica (1). Paralelamente, la cultura ambiental se ve desfasada, hay una frase dicha por la ONU que indica: “En la naturaleza no existe basura. Todo lo que hay en la naturaleza se reutiliza o recicla”, sólo que tenemos la mala costumbre de usar y tirar, convirtiendo el bien en basura las cuales terminan en cuerpos de agua y botaderos.

Los botaderos presentan peligro a la salud de los seres humanos y el ambiente especialmente a los cuerpos de agua superficial y subterránea, todo esto, debido a la generación de lixiviados. El lixiviado entra en contacto con los cuerpos de agua superficial a través del vertimiento directo o por el proceso natural de precipitación y escorrentía donde los componentes del lixiviado son arrastrados. Asimismo, este llega a los cuerpos de agua subterránea por la infiltración, a través de las grietas de las geomembranas ocasionadas por factores como: humedad, temperatura, precipitación y tiempo de vida del botadero.

Los lixiviados generados por el inapropiado manejo y disposición final de los residuos sólidos en botaderos no cuentan con gestión y control apropiado, por ello representan potencial riesgo para los cuerpos de agua. La inadecuada o la falta de segregación de los residuos dan como producto a los lixiviados, ya que la materia orgánica por el proceso de descomposición forma un tipo de líquido altamente contaminante y este mismo arrastra todo tipo de contaminante presente en los residuos orgánicos, catalogado como líquidos potencialmente tóxicos por sus componentes químicos, esto depende del tipo de residuo depositado en los botaderos, estos se caracterizan por contener alta carga orgánica afectando de forma negativa a los cuerpos receptores de este efluente. (2)

Los problemas ambientales están presentes a nivel mundial, para combatir este mal y llevar una vida con el menor de los riesgos en un ambiente sano y equilibrado se establecieron medidas legales internacionales y nacionales promulgadas por cada país.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuya finalidad fundamental con miras al año 2030 se basa en tres aspectos: social, económico y ambiental (combatir el cambio climático y defender el medio ambiente) presenta un marco en donde se establecieron 17 objetivos. La investigación guarda relación con el objetivo 13: "Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos". Es importante recalcar que los botaderos son uno de los principales causantes de emitir los gases de efecto invernadero y de la producción de lixiviados, si bien es cierto, que los mismos deben de contener cubiertas sintéticas para evitar que los lixiviados lleguen a infiltrarse, con el paso del tiempo estas se deterioran y se transportan a las aguas subterráneas, las aguas superficiales y al suelo, alterando entonces la calidad de estas mismas.

Conforme a la Constitución Política del Perú, en el segundo artículo e inciso 22 menciona lo siguiente: Toda persona tiene derecho a la paz, tranquilidad y goce de un ambiente equilibrado para el pleno desarrollo de su vida (3) de la misma forma tiene la obligación de "contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país" según (4) en el primer artículo - derecho y deber fundamental.

Poniendo énfasis a lo expuesto anteriormente el proyecto de investigación titulada "Efecto de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021" tiene como objetivo evaluar el efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente; por ello es importante analizar los componentes físico - químicos y la concentración con la finalidad de conocer el efecto que causa sobre el cuerpo

adyacente y proponer medidas de contingencias. Para alcanzar el objetivo, la investigación se divide en cuatro capítulos las cuales se detallan a continuación:

En el primer capítulo la tesis abarca el planteamiento del problema que generan los lixiviados generados por botaderos, los cuales causan un efecto negativo en las aguas superficiales y subterráneas, además el enfoque de los objetivos de la investigación se basa en evaluar el efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021; sobre todo, evaluar el efecto que tiene la descarga de lixiviado por carga orgánica, metales disueltos, y a la vez determinar las medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris. Del mismo modo, se abordó la justificación ambiental, social y económica, la proposición de las hipótesis y la operacionalización de las variables a estudiar.

En el segundo capítulo, se especifican los antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación, así como también, las bases teóricas enfatizando los conceptos de lixiviados, botaderos, cuerpos de agua, entre otros, los términos básicos y su definición.

En el tercer capítulo se abordó el método, alcance y diseño de la investigación, determinando el empleo del método científico, así como la selección del diseño no experimental longitudinal en concordancia al nivel proyectivo, a la vez se estableció la población y muestra de acorde al efecto que ocasiona los lixiviados y el planteamiento de técnicas e instrumentos de para la recolección de datos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados preliminares, los resultados de la investigación y la discusión de los mismos. También, las especificaciones que llevan a concluir que la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años, el problema de la contaminación ambiental es una de las principales preocupaciones de la población debido a los efectos negativos sobre la salud y el ambiente. Y sin duda la mala gestión de los residuos sólidos viene perjudicando a la salud de las personas, desafortunadamente a los más pobres de la sociedad y el entorno, además agravando los desafíos del cambio climático. Según el informe del Banco Mundial titulado “What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050” indica que para el 2050 los residuos sólidos a nivel mundial se incrementarán en un 70% si no se toman medidas para frenar la generación de estos mismos. (5)

El crecimiento demográfico viene de la mano con los índices de consumo, en efecto el aumento en la generación de residuos, las cuáles traen consigo problemas en su disposición final. A pesar de las iniciativas de las buenas prácticas para el reciclaje y reutilización de residuos sólidos, los botaderos siguen siendo la opción dominante para la disposición final de estas (6), provocando a mediano y largo plazo efectos negativos sobre el ambiente a causa de los lixiviados y gases de efecto invernadero. (7)

Como ejemplo de lo anterior, se tiene en una aldea de Nueva Dheli, llamada Ghazipur que la falta de gestión y el incumplimiento de los mandatos, han acarreado graves problemas de salud en la comunidad. A pesar que desde 2002 se ordenó que el vertedero de la aldea fuese cerrado ya que estaba al borde del colapso, igualmente se siguió utilizando, teniendo como resultado un grave problema de lixiviado y de contaminación aérea, que ha acarreado problemas de salud cardiovasculares, cancerígenos e interfiriendo con el crecimiento y desarrollo mental de los niños. (8)

Por otro lado, en Panamá el vertedero Cerro Patacón, el de mayor tamaño y principal ha sido declarado desastre ambiental. La Autoridad de Aseo detalla en un informe (2021) que el Río Guabinoso se ha visto contaminado producto de los lixiviados, además de afectar la planta incineradora y la planta de tratamiento. Se evidencia, cómo a pesar de las hectáreas que abarca el vertedero (130 hectáreas) impacta a 9000 hectáreas alrededor. (2)

El Perú por su parte, enfrenta unos de las principales y mayores problemas ambientales a causa del inapropiado manejo final de residuos sólidos. En el país, se generan casi mil toneladas de residuos sólidos municipales por hora, alrededor de 20 mil toneladas por día y aproximadamente 7 millones de toneladas por año, de las cuales anualmente sólo el 1.9 % de los residuos aprovechables se logra reciclar (9) además, del total de residuos generados en el país aproximadamente el 48 % de residuos (10) se disponen en los 1885 botaderos identificados por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (11)

El sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, región Junín no es ajena a esta problemática, ya que se presencia un exbotadero denominado “El Edén”, dando origen a la generación de lixiviados, estos son líquidos producidos cuando el agua entra en contacto con los residuos en proceso de descomposición, o como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica y putrescible de los residuos (2), las cuales se dispersan a terrenos agrícolas y al cuerpo de agua adyacente, este líquido al no ser tratado puede tener efectos negativos en el suelo, sub suelo y cuerpos de agua

superficiales y subterráneas, por tanto, la estimación de su producción, composición son datos importantes para proponer medidas de contingencia y minimizar los impactos negativos al ambiente.

Es importante resaltar que el decreto legislativo 1278 "Decreto Legislativo Que Aprueba La Ley De Gestión Integral De Residuos Sólidos" respecto a las áreas degradadas producto de la mala supervisión en la disposición final de residuos sólidos, establece que se deben tomar medidas orientadas a la recuperación y gestión de estas mismas o a futuro transformarlos en rellenos sanitarios, así evitar los efectos desfavorables al medio ambiente. (12)

El 16 de junio del 2014, la entidad fiscalizadora OEFA en una visita inopinada al exbotadero El Edén, denuncia a la Municipalidad Distrital de El Tambo y a la Municipalidad Provincial de Huancayo ante la Contraloría General de la República y Ministerio Público por la mala disposición final de los residuos sólidos. (13)



**Figura 1. Impropia disposición de residuos sólidos en el exbotadero El Edén (2014)
Tomado de Actualidad ambiental**

Del mismo modo, a finales del año 2014 los pobladores del sector Yauris bloquean la entrada del camión compactador, exigiendo la presencia de las autoridades competentes, debido a la inadecuada gestión del exbotadero El Edén. En una entrevista a RPP Noticias, uno de los pobladores manifestó que el responsable del exbotadero usa

agregados del río Mantaro para cubrir los residuos sólidos y no existe control ni manejo de los lixiviados que llegan a los cuerpos de agua adyacente al ex botadero. (14)

En consecuencia a las denuncias por parte de los pobladores y por la misma institución fiscalizadora (OEFA), y cumpliendo con lo establecido por el decreto legislativo 1278, al sexto mes del año 2016 la Municipalidad Provincial de Huancayo a través de la Gerencia de Servicios Públicos, dan inicio al plan de cierre del ex botadero El Edén, después de los 7 años de funcionamiento (2009 – 2016). Dentro del plan cierre consideran encapsular las 6 plataformas con aproximadamente 1200m³ de arcilla y limpieza de los taludes. Así mismo el ex botadero El Edén es considerado como pasivo ambiental por la misma municipalidad (15).

A casi aproximadamente 5 años de la ejecución del plan de cierre del ex botadero El Edén, hoy en día se evidencia la presencia de lixiviados alrededor del mismo y la acumulación en las pozas colectoras (Figura 2).



Figura 2. Evidencia de presencia de lixiviados del exbotadero El Edén que infiltra en cuerpo de agua

Frente a esta situación se formula el siguiente problema: ¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviado por carga orgánica del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?
- ¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviado por metales disueltos del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?
- ¿Cuáles son las medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la descarga de lixiviado por carga orgánica del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.
- Evaluar el efecto de la descarga de lixiviado por metales disueltos del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.
- Determinar las medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación ambiental

En el mundo entero y en el Perú, se evidencia un problema con el manejo de los residuos sólidos las cuales en su gran mayoría llegan a botaderos debido a la falta de infraestructuras adecuadas para la disposición final de los mismos. En una investigación los autores hacen mención de lo siguiente: “vivimos en un mundo de consumistas donde producir más es consumir más” presentando como efecto el aumento inmensurable de la generación de residuos sólidos y problemas en su disposición final (16).

Según el decreto legislativo N° 1278 la cual aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos indica que los gobiernos locales como las municipalidades provinciales son las responsables del manejo de residuos sólidos, pese a esta normativa algunos gobiernos locales hacen caso omiso respecto al problema que generan los botaderos a cielo abierto como es el caso de la municipalidad distrital de El Tambo y la municipalidad provincial de Huancayo con el caso del exbotadero El Edén; a través de las visitas realizadas se puede evidenciar que el exbotadero está ubicado a unos metros del río Shullcas y Mantaro “ubicación no favorable” terreno inestable y cercano a la población, a 5 años aproximadamente de la ejecución del plan de cierre de este lugar se presencia lixiviados en la superficie circundante y la acumulación en las pozas colectoras; además

a unos 3 metros aproximadamente hay un canal que va directo al río Mantaro llevando consigo agua residual provenientes de desagües y los mismos lixiviados.

Según el trabajo de investigación titulado “Afectaciones ambientales de los lixiviados generados en los rellenos sanitarios sobre el recurso agua” (17) expone lo siguiente: Los lixiviados presentan impactos significativos sobre el agua como: alteración del ecosistema acuático, aceleración del proceso de eutrofización, por tanto, baja los niveles de los procesos biológicos por alta carga orgánica y ausencia de oxígeno, contaminación por metales pesados convirtiendo al recurso agua como líquido tóxico no apto para consumo humano ni animal; además en la presente investigación se menciona que el lixiviado joven tiene mayor efecto negativo sobre el recurso agua a diferencia del lixiviado intermedio y viejo. En efecto, los lixiviados constituyen un potencial peligro para la salud de los seres humanos y el ecosistema en general, sobre todo los lixiviados provenientes de botaderos que se encuentran o son circundantes a los cuerpos de agua, ya que estos, son los que mayor probabilidad presentan de que los contaminantes presentes sean liberados sin ninguna alteración y, en algunos casos, los contaminantes se concentran en los sedimentos causando efectos adversos a largo plazo.

Por otro lado, la concentración de pH cercano a la neutralidad o alcalinidad incrementa la producción de metano y la precipitación de metales presente en los lixiviados (18) y en la **Tabla 1** se muestra los problemas ocasionados por la presencia de lixiviados en el recurso agua, parámetros afectados y los efectos de los mismos.

Tabla 1. Problemas en cuerpos de agua por presencia de lixiviados

Problemas ocasionados a cuerpos de agua por la presencia de lixiviados generados en botaderos
Aspecto estéticamente no grato
Coloración de herrumbre
Condiciones sépticas
Crecimiento del cieno
Elevado contenido de sólidos disueltos

	No apto para uso recreativos Obstrucción de acuíferos Presencia de floculados Problemas de olor y gusto Problemas para uso doméstico y riego Toxicidad para el hombre y los animales
Parámetros afectados	Efecto producido
Demanda bioquímica de oxígeno	Agotamiento de oxígeno
Hierro	Coloración de herrumbre
Reducción o aumento en el pH	Incremento de toxicidad, precipitación de metales
Nitrógeno	Incremento de toxicidad y eclosión de algas
Metales Pesados	Incremento de toxicidad
Materia orgánica	Incremento de toxicidad
Sólidos totales	Atenuación, obstrucción de acuíferos
Calcio	Incremento en la dureza
Magnesio	Incremento en la dureza
Fosforo	Eclosión de algas

Tomado de Pastor, J. (18)

A raíz de lo expuesto, la presente investigación servirá como base para la ejecución de nuevas investigaciones. Asimismo, los resultados de la presente investigación ayudarán para determinar cuántos gramos de DBO₅, DQO y Fe se descargan a los cuerpos de agua adyacente por cada metro cúbico de lixiviado, para después determinar las medidas de contingencia y contrarrestar en alguna medida con el problema presente en el exbotadero El Edén.

1.3.2. Justificación social

Habitualmente, la problemática de los residuos sólidos que son desechados en botaderos o lugares públicos inapropiados sin ningún control conlleva a malos olores, incremento de vectores, entre otros, teniendo una gran afectación a la población aledaña.

Sarmiento en su investigación menciona que “el incremento en la generación de residuos sólidos está en relación con el crecimiento urbano acelerado y poco planificado” originando el aumento del grado de contaminación del medio ambiente y afectando la calidad de vida de la población. (19)

Conforme a un reporte sobre el exbotadero el Edén por RPP Noticias en el año 2014 (14), menciona que un grupo de pobladores alzaron su voz de protesta debido a que el administrador del ex botadero, usaba agregados del Rio Mantaro para poder cubrir los residuos sólidos y sin contar con algún control adecuado sobre los lixiviados, asimismo, los pobladores señalaron que el municipio para ese entonces no cumplió en construir un enrocado del Rio Shullcas, ya que temían a un eventual incremento de caudal, pudiendo ingresar el agua al ex botadero y arrastrando los residuos, por lo expuesto los pobladores bloquearon el ingreso al ex botadero El Edén exigiendo la intervención de las autoridades, y a la vez denunciando el mal manejo en la confinación de los residuos sólidos.

Por consiguiente, la presente investigación contribuirá a un beneficio social, puesto que al saber el efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén posteriormente se planteará las medidas de contingencia para el control de estas, y hacer frente a la problemática presente en el ex Botadero El Edén.

1.3.3. Justificación económica

La generación de lixiviado tan cerca del río, de las zonas de producción ganadera y de la población, genera un riesgo sanitario que conforme avanza el tiempo se vuelve crónico, derivando no solo en la contaminación ambiental sino además en la afectación de la salud pública llegando a producir una emergencia sanitaria, además de afectar la producción alimentaria y generando otra emergencia sanitaria en el área ganadera. Esto implica entonces dar solución no a un solo problema, sino a varios, lo que se traduce a su vez en gastos de gestión pública reparando todos los daños en las diversas áreas que puede provocar el lixiviado de no tratarse de manera preventiva, investigando y proponiendo una reducción de la descarga de lixiviados y la mejora del área cercana.

Respecto a este se obtendrá mayor conocimiento que ayudará a conocer el efecto de la descarga del lixiviado al cuerpo de agua adyacente, siendo información útil para la población aledaña y poniendo en uso las medidas de contingencia planteadas.

Cabe destacar que, si bien es difícil designar el costo de un desastre ambiental como este, se puede hacer una idea considerando estudios en el pasado. Un ejemplo de ello es un estudio que estimó que el costo económico de la degradación ambiental, reducción de los recursos naturales, desastres naturales, servicios ambientales inadecuados (tales como sanidad inadecuada) sumaban 8.2 billones de soles, equivalentes al 3.9 por ciento del producto bruto interno en 2003 (20). Otro ejemplo cercano es el costo por desastre ambiental ocasionado por la industria minera en el país, valorado en promedio a US\$ 814.7 en el 2008 y a US\$ 448.8 millones, en el 2009 (21). Por lo anterior mencionado, es que se recuerda que en cuanto a salud es mejor invertir en la prevención que en la reparación de daños, de allí la importancia también del aporte de este tipo de investigaciones que alerten al público.

1.3.4. Importancia

La mala gestión de residuos sólidos da origen a los botaderos y por ende a la generación de lixiviados. El exbotadero El Edén fue prácticamente abandonado, los lixiviados no presentan ningún tipo de tratamiento y estas al ser descargadas en los cuerpos de agua aledaños causan efectos negativos debido a la alta carga contaminante presente en los mismos. Por tanto, es importante determinar el efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente y determinar las medidas de contingencia y minimizar los efectos negativos frente a este gran problema, no desarrollar esta investigación generará a gran escala la pérdida del ecosistema natural, además de ello provocará efectos nocivos para el humano repercutiendo en su salud, el medio ambiente, mediante la evaporización emitirá gases peligrosos a la atmósfera contaminando así el aire, agua y el deterioro del paisaje natural.

Por este motivo, este trabajo de investigación pretende dar a conocer como los lixiviados que genera el exbotadero El Edén tiene efectos negativos sobre el cuerpo de agua adyacente.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

Se plantean las siguientes hipótesis en la investigación

- **Hipótesis nula:**

H₀: La descarga de lixiviado del exbotadero El Edén no tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.

- **Hipótesis alterna:**

H_a: La descarga de lixiviado del ex botadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.

Por otro lado, para la evaluación de la mencionada hipótesis de la investigación hace falta evaluar también algunas hipótesis específicas como:

He₁: La descarga de lixiviado por carga orgánica del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021 supera los LMP.

He₂: La descarga de lixiviado por metales disueltos del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021 supera los LMP

He₃: Se requieren medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.

1.4.2. Descripción de variables

- **Variable dependiente:** Cuerpo de agua adyacente.
- **Variable independiente:** Descarga de lixiviado del exbotadero El Edén.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Tipo de Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variable independiente	Descarga de lixiviado del ex botadero El Edén	Son líquidos producidos cuando el agua entra en contacto con los residuos en proceso de descomposición, o como resultado de la descomposición de la materia orgánica y putrescible producto de los residuos (2).	Concentración de los diferentes elementos a analizar presentes en el lixiviado tomado de las pozas colectoras de lixiviados.	Generales Orgánicos Inorgánicos	Concentración de contaminante por volumen de lixiviado (mg/L) Intervalo
Variable dependiente	Cuerpo de agua adyacente	Aquel cuerpo de agua natural ya sea continental (ríos, lagos, quebradas, lagunas, entre otros) o marino costeras (playas, manglares, bahías, entre otros) (22).	Operacionalmente viene dado por la máxima concentración establecida en (23).	Generales Orgánicos Inorgánicos	Concentración de contaminante por volumen de lixiviado (mg/L) Intervalo

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Artículo científico titulado: *“Evaluación ambiental del depósito de residuos sólidos de Katenguenha, Angola”*. En la investigación se planteó como objetivo la identificación y evaluación de los impactos negativos por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en el vertedero de la ciudad de Katenguenha – Huambo. La metodología usada fue: criterios relevantes integrados (CRI) los indicadores de impacto considerados fueron: intensidad (I), extensión (E), duración (D), reversibilidad (Rv) y riesgo (Ri), con estos valores se obtiene el índice VIA (Valor del Impacto Ambiental), esto permite establecer las categorías del impacto ambiental, dentro de este marco se establece las siguientes categorías: I con probabilidad de ocurrencia muy alta y valor de VIA >8 , II – alta – $6 < \text{VIA} \leq 8$, III – moderada - $4 < \text{VIA} \leq 6$ y IV – baja - $\text{VIA} \leq 4$. Referente a los resultados obtenidos mediante esta metodología fueron: medio físico ($\text{VIA}_{\text{aire}} = 7,5$, $\text{VIA}_{\text{suelo}} = 6,9$, $\text{VIA}_{\text{aguas superficiales}} = 4$, $\text{VIA}_{\text{paisaje}} = 6,4$); medio biológico ($\text{VIA}_{\text{flora}} = 6$, $\text{VIA}_{\text{fauna}} = 6,6$) y medio social ($\text{VIA}_{\text{sociedad}} = 6,7$). En relación a los resultados demostrados por la metodología empleada “CRI”, se concluyó: que la mala gestión y disposición final de los residuos sólidos en el vertedero de Katenguenha tiene efectos negativos sobre el medio biológico, físico y social con probabilidad de ocurrencia alta; así mismo el índice VIA varía de 6 a 8 – categoría II,

salvo el medio físico (agua) cuyo índice VIA es 4 considerado dentro de la categoría III con probabilidad de ocurrencia moderada. (24)

- Artículo científico titulado: *“Contaminación fisicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados del relleno sanitario el Carrasco, de Bucaramanga”*. El propósito de esta investigación fue determinar la ruta de migración del lixiviado formado en el vertedero el Carrasco, referente al área de influencia directa e indirecta del sitio contaminado. La metodología usada fue: para la ejecución de la investigación los autores emplearon programas y herramientas informáticos con sistemas de información geográfica como; MODFLOW software que sirve para modelar y simular en tres dimensiones el flujo de las aguas subterráneas, también se hizo uso de métodos de sondeos eléctricos verticales (SEV) con una profundidad de 180 metros con un modelo de malla constituida por filas y columnas 45 – 35 respectivamente, asimismo se hizo uso del programa Modelmouse para resolver las ecuaciones respecto al paso del tiempo. Los resultados obtenidos son los siguientes: según los resultados del modelo Modflow el flujo de agua subterránea va en dirección de este a oeste donde se presenta bajos niveles de resistividad y con el objeto de identificar la contaminación físico – químico se evaluaron 10 pozas de agua subterránea, donde el valor de arsénico está por encima de la normativa ambiental; por ende, hay presencia de contaminación del acuífero Bucaramanga. De la misma forma en el área de influencia directa El Carrasco el nivel de contaminación por lixiviados es extremadamente alto, de acuerdo con los resultados obtenidos del SEV. En síntesis, la carga de contaminantes presente en los lixiviados migra por los estratos con mayor conductividad hidráulica, en efecto causando daños adversos a las aguas subterráneas, de acuerdo a la contaminación físico – químico; a largo plazo produce efectos negativos sobre la salud de las personas como: cáncer a la piel, riñón, vejiga y otras enfermedades. (25)
- Artículo científico titulado: *“A study on contamination of ground and surface water bodies by leachate leakage from a landfill in Bangalore, India”*. El objetivo del trabajo fue: evaluar el nivel de recuperación del vertedero cerrado ubicado en Mavallipura cerca de Bangalore – India, para ello se evaluó el nivel de migración y dispersión de

contaminantes presente en los lixiviados. Para lograr el desarrollo de esta investigación en la metodología se consideró lo siguiente: fluidyn – POLLUSOL, software cuya finalidad es simular el caudal de aguas subterráneas, de la misma manera predice la dispersión de contaminantes a través de un medio poroso y la migración de lixiviados desde el vertedero hasta el cuerpo de agua subterránea y superficial; para conocer la concentración de metales pesados presentes en el suelo circundante del vertedero se realizaron pruebas de lixiviación por lotes. Cabe señalar que para estimar la tasa de migración de los contaminantes a través del suelo se realizaron pruebas de columna. Los resultados obtenidos son los siguientes: el análisis físico – químico de los contaminantes de los lixiviados muestran altas concentraciones de hierro y zinc; en concordancia a la migración y dispersión de los contaminantes el zinc se queda en la capa superior del suelo, además para poder filtrarse requiere mucho tiempo y es propenso a la descomposición radiactiva, el hierro a diferencia del zinc tiene alto potencial de dispersión. En conclusión, los cuerpos de agua circundantes al vertedero, no son aptos para el humano y su consumo ya que presentan concentraciones de contaminantes orgánicos e inorgánicos, resaltando, además, que el hierro y zinc se encuentran en altas concentraciones y por último, para evitar el proceso de migración del lixiviado, el área de la fuga debe repararse usando lechadas de cemento para clausurar dicha abertura. (26)

- Tesis titulada: *“Caracterización de los residuos sólidos urbanos del botadero municipal de Quinsaloma y el efecto que genera el lixiviado en el estero Cerrito”*. En la investigación se planteó el objetivo de determinar el efecto del lixiviado que se genera en el botadero municipal de Quinsaloma, en el estero Cerrito. La metodología aplicada: se utilizó dos tipos de investigación, diagnóstica y descriptiva, con método de investigación deductivo e inductivo y diseño de investigación no experimental. Para la clasificación de residuos sólidos urbanos, y estimar el contenido de humedad se procedió con el tamaño de muestra, para lo cual se consideraron dos zonas “avenida Progreso y avenida Raúl Pericles” con un tamaño de muestra de 25 y 20 viviendas respectivamente, la recogida de los RSU fue durante tres semanas donde se evaluó el parámetro humedad para luego ser comparada con los valores propuestos por

Tchobanoglous; asimismo para estimar el volumen de lixiviado se hizo uso del método de balance hídrico y determinar la evapotranspiración real del área de estudio, por último para el análisis físico – químico de los contaminantes presente en el lixiviado y en el cuerpo de agua circundante fue de acuerdo a lo establecido por “Standard Methods”, se tomaron tres puntos de muestreo; en el mismo botadero, aguas arriba y abajo del botadero. En relación al objetivo, problemática y metodología expuesta, los resultados son los siguientes: el promedio de la generación per cápita de residuos es de 0,816 Kg/día perteneciente a las dos zonas de estudio y el contenido de agua presente en los residuos es de 0,16dm³/persona/día; la estimación de la generación de lixiviado depende del tiempo, en épocas de lluvia lo que comprende de diciembre a marzo, en promedio se generó 4214,1 m³ de lixiviado y en épocas de estiaje lo que comprende de junio a noviembre no se generó ningún valor, por último de los resultados del análisis físico – químico del lixiviado en el afluente se detalla a continuación: 3,9mg/L de oxígeno disuelto, 53 mg/L de DBO₅, 5040NMP/100ml de coliformes fecales, 0,0701mg/L de zinc, 0,0196mg/L de cobre y 0,1506mg/L de hierro. En síntesis, los valores de los parámetros analizados están por encima de los estándares de calidad de la normativa, acuerdo ministerial 097 causando efectos adversos sobre la calidad del estero “Cerrito”, según la normativa el valor del OD >5mg/L y el análisis arroja 3,9mg/L de OD, en efecto el ecosistema del afluente es vulnerable al proceso natural llamado hipoxia a causa de falta de oxígeno. (27)

- Tesis titulada: *“Caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, año 2014”*. Se planteó el siguiente objetivo: caracterizar el flujo del lixiviado generado en el sitio de disposición final de residuos sólidos - botadero municipal La Maná. La metodología aplicada fue: en relación con el objetivo se aplicó el tipo investigación descriptiva y método de investigación deductivo; por otra parte, para la caracterización de los residuos sólidos se tomaron dos sectores con una muestra de 20 viviendas representativas cada uno; para determinar la generación de lixiviado se aplicaron dos métodos, balance hídrico y evapotranspiración real del área de estudio y para determinar la humedad presente en los residuos se aplicó el método peso - humedad. Finalmente, para determinar las

características físico - químicos de los lixiviados fueron de acuerdo con lo establecido por Estándar Métodos y los resultados fueron comparados con los “límites de descarga a un cuerpo de agua dulce”. Los resultados de la presente investigación son: en cuanto a la generación per cápita de residuos se obtuvo un valor promedio de 0,67Kg/persona/día y el contenido de humedad promedio es de 0,242dm³/vivienda/día. Con respecto a la generación de lixiviado es importante recalcar que épocas de lluvia comprendido de diciembre a mayo se genera 3,17dm³/s de lixiviado con mezcla de agua y en los meses de estiaje comprendido de junio a noviembre es de 0,02dm³/s propiamente del lixiviado. Del análisis físico - químico del lixiviado arrojan valores entre 0,6mg/L y 1,1mg/L de OD, 23900uS/cm y 32968uS/cm de CE, 23300mg/L y 31700mg/L de sólidos totales disueltos; 128mg/L de DBO₅, 361mg/L de DQO, 7,15mg/L de hierro y 0,0031mg/L de cadmio y por último el pH oscila entre 7.7 y 8.2. Se concluye que los parámetros físico - químicos del lixiviado están por encima de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes del libro VI anexo 1 y tabla 12 “TULSMA” en consecuencia afecta la calidad del agua de El Estero Tontomal. Los valores del pH se deben a la existencia de la fase ácido génico y metano génico y está en proceso de transición de botadero joven a intermedio. (28)

- Tesis titulada: “*Evaluación del sistema de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del Canton Daule provincia Del Guayas*”. Se formuló el siguiente objetivo: identificar las características del sistema de tratamiento de lixiviados con la finalidad de demostrar si el sistema está operando correctamente, de la misma forma determinar los problemas provenientes del sitio de disposición final de residuos sólidos. Para esta investigación y su desarrollo, se aplicó la siguiente metodología: identificación de sitio de estudio y situación actual, evaluar los sistemas de drenaje de lixiviado y agua de lluvia, estimar la capacidad de almacenamiento del lixiviado en la laguna colectora por último se hizo una revisión general de los componentes del sistema de tratamiento de lixiviado. En relación a la toma de muestra se hizo uso del tipo de muestreo compuesto, se identificaron dos puntos de muestreo en la laguna colectora y en el sitio de descarga final del lixiviado, los parámetros considerados para el análisis físico - químico son los siguientes: DBO₅, DQO, pH, conductividad, ST, SDT, SST y nitrógeno

total. En concordancia con los resultados que han sido obtenidos, se ha concluido que los componentes del sistema de tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario están en condiciones de seguir operando, además según las proyecciones a 2026 la laguna colectora de lixiviado tiene la capacidad de captar y tratar el flujo del lixiviado y, por último los parámetros como DBO₅ y DQO arrojan valores de 700 y 250 mg/L respectivamente en efecto están por encima de los valores establecidos por la legislación ambiental “Acuerdo Ministerial N083b; 097-a; 140 límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua dulce”, causando alteraciones negativas al cuerpo de agua de descarga del lixiviado. (29)

- Artículo científico titulado: *“Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea”*. El objetivo planteado fue el análisis del impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario sobre la calidad del agua superficial y subterránea. Para el desarrollo de la investigación se aplicaron las siguientes metodologías: métodos geológicos, hidrogeológicos y químicos para determinar los contaminantes presentes en el agua. De acuerdo a los resultados se puede concluir que el relleno sanitario municipal de Linares, a pesar de cumplir con algunos lineamientos que establece la “Norma Oficial Mexicana NOM – 083 – SEMARNAT – 2003, especificaciones de la protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial” presenta deficiencias como: geomembrana desgastada, déficit en el tratamiento de los lixiviados. Así mismo el análisis de las aguas superficiales y subterráneas cercanas al relleno sanitario, en el aspecto químico arrojaron los siguientes resultados: >10 mg/L de nitratos, >10 ug/L de plomo, >150 ug/L de manganeso y >300 ug/L de hierro las cuales sobrepasan los valores establecidos por “Norma Oficial Mexicana NOM – 083 – SEMARNAT – 2003 y la legislación de la Agencia de Protección Ambiental (US EPA)” teniendo efectos negativos sobre los cuerpos de agua y potencialmente peligroso para la salud de las personas aledañas al sitio de estudio, por lo que se recomienda implementar medidas

de contingencia para la adecuada gestión y operación del relleno sanitario municipal de Linares. (30)

- Tesis titulada: “*Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Ciudad de Chihuahua, México*”. El objetivo de la investigación fue: mediante la aplicación del tratamiento combinado lograr remover la demanda química de oxígeno a 90 % a más en relación de la concentración inicial de los lixiviados sin llegar a diluir en el relleno sanitario de Chihuahua. La metodología del estudio fue experimental, al utilizar un tren de tratamiento para aplicar métodos fisicoquímicos efectivos en la reducción de partículas, sólidos suspendidos, material flotante, color y sustancias tóxicas. Las etapas de tratamiento fueron: dos coagulaciones consecutivas (primero con coagulante inorgánico y una adsorción con carbón activado), luego se aplicó oxidación química con Fenton y para finalizar se aplicó un tratamiento con ósmosis inversa. Los resultados obtenidos demostraron que los lixiviados del relleno sanitario se encontraban en la fase de generación de metano, la recirculación de lixiviados mejoró la actividad biológica de estos, la biodegradabilidad del lixiviado varía con el tiempo, en vertederos antiguos, la relación DBO₅/DQO se encontró en el rango de 0,05 a 0,2 debido a los ácidos húmicos y fúlvicos presentes en vertederos antiguos, el pH de los lixiviados indican una fase de metanogénesis, los metales encontrados en concentraciones considerables fueron Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Ba. Se concluyó: en la primera etapa se logró alcanzar una remoción alta de DQO con una generación de volumen de flóculos aceptable., en la fase de adsorción el carbón activado con mayor relación mesoporo/microporo presentó mayor capacidad de adsorción de compuestos orgánicos (remoción de DQO), en el proceso de oxidación química con Fenton al agregarse en estequiometría alguno de los dos reactivos (H₂O₂ o FeSO₄•7H₂O) es disminuida la remoción de DQO y los parámetros más afectados en la remoción fueron ST,DT y nitrógeno total. En síntesis, los componentes de los lixiviados están afectados por factores como: tiempo del relleno sanitario, estaciones del año, precipitación, tipo de residuos. (31)

- Tesis titulada: “*Tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario: propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales*”. El objetivo de estudio fue la evaluación de un determinado proceso de aprovechamiento de lixiviados de un relleno sanitario, el autor busca conseguir un flujo de agua sin contenido de contaminantes, para el uso en regadíos ubicados cerca al relleno sanitario. Un dato importante es que, antes de realizar la aplicación de dicho proceso se realizaba un tratamiento biológico con reactor anaeróbico y para finalizar con una etapa de sedimentación. La metodología del estudio fue realizar análisis fisicoquímicos y de desempeño del sistema, evaluación económica, que implicó el análisis de costos, y flujo de caja, una evaluación ambiental en la cual se obtuvo un valor 19 como indicador de impacto ambiental, evaluación social. Los resultados obtenidos demostraron que los humedales presentan un rendimiento en relación a la radiación debido al ciclo vital de plantas, en el relleno sanitario se presentan cambios de temperatura (es especial bajas temperaturas) por lo que el rendimiento microbiano disminuye dejando de sostener la carga microbiana de los humedales. Los lixiviados del relleno sanitario poseen bromo, arsénico, cianuro, diferentes sales, entre otros, que se encuentran en bajas concentraciones, pero son agentes tóxicos para plantas y microorganismos. Se concluyó: Los humedales de flujo subsuperficial con medio granular de arena, zeolita y dos capas de distintas granulometrías, las plantas utilizadas fueron *Phragmites australis* y *Thypha angustifolia*, el impacto ambiental del proyecto es positivo al beneficiar la recirculación de lixiviados. (32)

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Tesis titulada: “*Evaluación de los lixiviados generados en el botadero de Carhuashjirca y los impactos ambientales generados en la quebrada Vientojirca- Independencia- Huaraz- Ancash- 2018*”. El objetivo de la investigación fue: Evaluar los lixiviados generados en el botadero de Carhuashjirca y determinar el impacto ambiental generado a la Quebrada Vientojirca. Según el propósito de la investigación, utilizaron un diseño de investigación aplicado y causal-experimental, ya que sus muestras ya estaban determinadas. El diseño de muestra utilizado en esta investigación fue un muestreo no probabilístico por conveniencia, en el que tomaron muestras de lixiviación

en dos momentos distintos: la evaporación y la lluvia, para observar su comportamiento. Al mismo tiempo, procedieron a la toma de muestras del cuerpo de agua de la presa de Vientojirca para determinar su calidad. Los parámetros fisicoquímicos considerados fueron: aceites y grasas, pH, SST, temperatura, DBO₅ y DQO; metales pesados: plomo, cadmio, calcio, arsénico, cobre, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, zinc total, cromo VI y microbiológico, coliformes fecales o termo tolerantes, que fueron analizadas en el laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM, los resultados fueron comparados con la normativa vigente “LMP de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos”. Los resultados obtenidos indican que, aunque el pH y el SST de ambas muestras están dentro de los límites máximos permisibles de la regulación, 351 mg/L y 257 mg/L DBO₅; 684 nm/L y 760 mg/L DQO, respectivamente, superan el LMP establecido en la norma, 0,01 mg/L y 0,06 mg/L total arsenical, respectivamente, no superan el LMP. En conclusión, los parámetros de los metales pesados, la microbiología y la bioquímica superan los límites establecidos por el decreto mencionado, lo que convierte al licuado en una sustancia muy contaminante para la Quebrada Vientojirca. El impacto medioambiental más significativo fue el del agua, ya que altera la composición natural, haciéndolo inadecuado para el consumo humano. (33)

- Tesis titulada: “*Tratamiento de lixiviados del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Puno con surfactantes aniónicos*”. El objetivo de esta investigación es tratar los lixiviados de un relleno sanitario de residuos sólidos urbanos en el Sector Cancharani de la ciudad de Puno. Para lograr este objetivo, los investigadores utilizaron un proceso de coagulación y floculación con aditivos tensioactivos, utilizando como floculante dodecibenceno sulfato de sodio y sulfato de aluminio Al₂(SO₄)₃ como coagulante, y equipos Jar Test. Para las muestras han tomado en cinco puntos distintos para que puedan obtener una muestra representativa del caudal efluente. Prepararon 8 muestras de 50 mL de muestra de lixiviado en un vaso precipitado con agitación, los parámetros a analizar fueron: hierro, sulfatos, nitratos, amoniacos. DQO, materia orgánica, pH y temperatura. Los resultados obtenidos fueron que en el análisis de los parámetros de la muestra sin tratar fue 45mg/L hierro, 90 mg/L sulfatos, 5 mg/L

nitratos, 0,35 mg/L amoníaco, 3000 mg/L DQO, 80,2 mg/L materia orgánica, 5 – 8,5 pH y 13,5°C temperatura, en la cual superan los límites máximos permisibles permitidos en la normativa, por otro lado, en la muestra ya tratada se observa una gran eficiencia en la recuperación de hierro 2095 mg/L, en el resto de parámetros disminuye las concentraciones significativamente. Esto resultó en la conclusión luego de aplicar la metodología que cuando el hierro se recupera del lixiviado usando los coagulantes y floculantes especificados, estos brindan resultados estadísticamente significativos, siendo el pH la variable más importante en el proceso. (34)

- Tesis titulada: *"Clarificación fisicoquímica de lixiviados procesos de coagulación, floculación, y sedimentación del botadero municipal de la provincia de Moyobamba - 2016"*. El objetivo de la investigación fue aplicar procesos de coagulación, floculación y sedimentación con el propósito de clarificar la química de los lixiviados en el botadero municipal, en él se aplicó la metodología de acuerdo con la dirección de la investigación; y de acuerdo con la técnica de contraste, se utilizó la investigación exploratoria. En el diseño de la investigación se empleó el diseño preexperimental o diseño en proceso con un solo grupo. Según el anexo, se utilizó el método no probabilístico de selección de puntos representativos en el botadero. Debido a que el botadero no tiene una extracción lixiviado en el punto de uso, se extrajo un espécimen que contenía 208 L de lixiviado crudo. Coagulación, floculación, y sedimentación con el test de jarras, para la remoción de partículas suspendidas añaden dos productos separadamente, sulfato de aluminio tipo A y cloruro férrico, por otro lado, para la caracterización del lixiviado se midieron los parámetros. La investigación actual establece a través de sus hallazgos que: obtuvieron una disminución significativa de la carga orgánica enviado; en las pruebas con lixiviado pretratado, se valoran rebajas de 4,5 para turbidez de pH ácido con el coagulante tipo A y una dosis de 10.000 mg/L de 44,30 por ciento, disminuyendo adecuadamente los parámetros fisicoquímicos en los lixiviados , concluyendo que esta alternativa es eficiente en conseguir una gran disminución de los parámetros fisicoquímicos y a la vez constituye una opción viable para esta problemática. (35)

- Artículo científico titulado: *“Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Canchari - Puno”*. El objetivo general planteado consiste en evaluar los impactos ambientales que se generan por el botadero a cielo abierto (BCA) sobre el suelo y agua, y los objetivos específicos consisten en determinar el grado de contaminación del suelo producto del BCA, y la influencia de la precipitación en el lixiviado del BCA. Según la metodología, utilizaron InfoStat, software estadístico empleado para determinar el grado de correlación entre la precipitación lixiviada (variable dependiente) y la precipitación pluvial (variable independiente); para el muestreo, seleccionaron dos puntos y extrajeron dos muestras (agua y suelo) de cada uno, que luego se analizaron en los laboratorios de UNA Puno. Según los parámetros físicos, los resultados indican una alta lixiviación en pH 9, DBO₅ 261 mg / L, DQO 521 mg / L, conductividad 4941 uS / cm y azufre 311 mg / L; valores que superan los límites máximos permisibles establecidos por los ECA del estándar peruano. Por otro lado, los resultados del análisis del suelo indican un aumento significativo de los componentes. Como resultado de esta determinación, el efluente lixiviado del BCA excede el límite especificado en las ECA para la disposición de efluente líquido de reservorios sanitarios y, por lo tanto, se considera inadecuado para su uso como agua potable, riego de plantas o riego en áreas recreativas. (36)
- Tesis titulada: *“Evaluación del riesgo ambiental que genera la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca debido al manejo de los lixiviados”*. El objetivo de su estudio fue evaluar el riesgo ambiental que genera la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca en el manejo de los lixiviados. Este estudio presenta una metodología de evaluación del riesgo medioambiental (ERA). El estudio ha empleado un diseño no experimental de sección transversal e incluyó la observación y el muestreo en campo (IN SITU). Para la extracción de la muestra, por conveniencia seleccionaron la poza de lixiviación 2, debido a que no contiene geomembrana por otro lado, también ingresa la cantidad de lixiviado de la poza 1, en dicha poza se eligió 5 puntos de muestreos por conveniencia tanto en periodo de invierno y de verano. Se determinó los parámetros físicos, químicos y biológicos analizados en el Laboratorio Regional de Agua de Cajamarca,

que está acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), y realizaron el análisis estadístico utilizando el paquete estadístico SPSS para las ciencias sociales, con el fin de garantizar la fiabilidad y la consistencia de los datos del campo. Concluyen que la carga tóxica del agua licuada del pozo 2 es SIGNIFICATIVA, y que el nivel de riesgo medioambiental también es SIGNIFICATIVO, dado al nivel de peligro y al grado de impacto en la salud humana y animal. (37)

- Tesis titulada: *“Evaluación de la calidad físico químico de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani - Puno”*. La investigación planteó como objetivo principal; evaluar la calidad físico química de fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos de Cancharani – Puno. Por otro lado, como objetivo secundario, se establecen los efectos de los residuos sólidos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani – Puno. Con relación a la metodología, se basaron en evaluar la calidad físico química del agua, evaluando los parámetros: pH, sólidos totales disueltos, nitrógeno amoniacal, fósforo total, DBO₅ y DQO, que fueron contrastados con los LMP de acuerdo al D. S. 015-2015-MINAM, para la determinación de la salud pública realizaron encuestas. Las muestras se recogieron entre enero y junio de 2015, a lo largo de dos temporadas de tormentas y lluvias. Por comodidad, utilizaron un método de muestreo no probabilístico. En este estudio emplean un diseño experimental aleatorio, recogiendo un total de 12 muestras a lo largo de ambos periodos de tiempo. Las pruebas de análisis de Duncan se utilizan para comparar los puntos de muestreo. La temperatura oscila entre 6,95 y 10°C, el pH oscila entre 6,26 y 8,26, los sólidos disueltos totales oscilan entre 68,00 y 6590,00 mg/l, el contenido de fósforo oscila entre 3,11 y 24,71 mg/l, el contenido de fósforo de amoníaco oscila entre 0,17 y 10,91 mg/l, el contenido de DBO₅ oscila entre 24,44 y 3375.18 mg/l, y el contenido de DQO oscila entre 61,18 y 7139 La conclusión afirma que la eliminación insuficiente de residuos sólidos en el depósito tiene un efecto negativo en la calidad física y química del agua, creando una percepción negativa y afectando a la población circundante. (38)

- Tesis titulada “*Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario*”. El objetivo primordial de su estudio fue: determinar el grado de contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario. Siendo los objetivos secundarios: determinar el grado de contaminación en los parámetros físicos y químicos del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario. La metodología empleada en este estudio consiste en una revisión sistemática de la literatura científica; se buscaron estudios primarios y artículos científicos publicados en los últimos años, y luego se realizó una revisión de estudios para extraer la información necesaria sobre las aguas superficiales contaminadas a causa de residuos lixiviados de un vertedero sanitario. Creen que los parámetros físico-químicos, como la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad eléctrica, DBO₅, DQO, SDT, SST y STV, así como los metales pesados, como el Cr 6, el total de CN, el N-NH₃, el N-NO₂, el N-NO₃ el total de N y el P, son indicativos de la calidad del agua. Examinaron diez artículos científicos para los resultados, de los cuales seleccionaron cuatro para obtener la información necesaria para esta investigación. Separaron la información pertinente en tres tablas, una para cada uno de los parámetros analizados. Obtuvieron la presencia de elevados contenidos de NO₃ (>10 mg/l) y un alto contenido de Pb (70 µg/l). Esta muestra tiene un pH cercano al neutro (6,8). Por otro lado, en aguas superficiales el análisis químico presenta concentraciones de NO₃ (>10 mg/l), de Pb (>10 µg/l), de Mn (>150 µg/l), y de Fe (>300 µg/l). Concluir que los valores superan el Estándar Oficial Mexicano (NOM) y la legislación de la EPA estadounidense y son potencialmente peligrosos para la salud humana. Por lo tanto, el grado de contaminación causado por los lixiviados es extremadamente alto, ya que se infiltra en las capas del suelo y altera los parámetros químicos del agua. (39)

2.1.3. Antecedentes locales

- Artículo científico que se titula: “*Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios*”. El objetivo de la investigación fue determinar las características fisicoquímicas del lixiviado del RSAV, para ello se calcularon la biodegradabilidad y luego encontrar la dosis optima de la adición del reactivo Fenton. La metodología que se empleó fue la prueba de jarras con agitación en el tratamiento

Fenton, para determinar la dosis optima emplearon el diseño Box – Behnken contemplando tres factores y tres niveles, para ello utilizaron StatgraphHics. Examinaron la consecuencia de combinar tres variables independientes, el sulfato de hierro, el peróxido de hidrógeno y el pH, cada una codificada como X1, X2 y X3, y presentar cada variable en sus valores máximos, intermedios y mínimos. Además, se realizaron 15 ensayos primarios con 2 replicados en cada periodo de estudio para determinar el valor óptimo del pH y la dosis del reagente de Fenton. Las muestras fueron colectadas del relleno sanitario Agua de las Vírgenes (RSAV), realizaron dos muestreos al azar y homogenizaron para la obtención de un volumen de 25 litros en la época de lluvia y época de estiaje, por otro lado, para el análisis de la reproducibilidad, tomaron muestras del relleno sanitario “El Edén” (RSE) en el mismo periodo de estudio. Se establecieron los siguientes parámetros: El DBO₅, pH, la alcalinidad, DQO, conductividad, la dureza, turbidez, el ST, cadmio (Cd) y plomo (Pb). Los resultados obtenidos son los siguientes: en cuanto a la caracterización primaria de lixiviados, en la época de estiaje se visualiza una subida en los parámetros analizados excepto el DBO₅ que disminuyó ligeramente, observaron una tendencia similar en los lixiviados RSE, por otro lado, tras la aplicación de los parámetros optimizados con el tratamiento Fenton, se encontró una mejora en la mayoría de los parámetros analizados en ambas épocas. El pH (ácido medio) cambia en la precipitación (27%), la dureza total (45%), y la turbidez (98 %). Además, los sólidos totales (51 por ciento), el plomo (40 por ciento) y el cadmio disminuyeron (100 %). El verano produjo una disminución del 54 por ciento de la dureza total, una disminución del 24 por ciento de la alcalinidad, una disminución del 43 por ciento de los sólidos totales, una disminución del 65 por ciento de la turbidez y una disminución del peso total de los metales pesados. Además, la conductividad aumentó en un 63 por ciento y un 37 por ciento en los días lluviosos, respectivamente. En resumen, el verano tenía una mayor concentración de contaminantes que la temporada de lluvias, lo que influyó en las condiciones medioambientales locales. (40)

- Tesis titulada: “*Tratamiento de lixiviados en la etapa de compostaje mediante el proceso de coagulación con mucilago de Opuntia ficus Indica*”. El propósito de la

investigación fue: identificar la incidencia del tratamiento de lixiviados en la etapa de compostaje por la aplicación del proceso de coagulación con mucílago de *Opuntia Ficus Indica*. La metodología de investigación fue experimental al realizar manipulaciones de dosis de coagulantes, pH y tiempos de agitación, de nivel correlacional al comprobar algún tipo de relación entre las variables de estudio. El proceso experimental se dividió en 4 fases: (1) extracción de mucilago de nopal; en esta fase se realizó la selección, limpieza, pelado, molienda, filtrado, secado, precipitación, centrifugado y sedimentado, (2) muestreo de lixiviados; se tomaron muestras de una poza de lixiviados y una poza de compostaje para homogeneizarlas en laboratorio, (3) caracterización de lixiviados y prueba de jarras; para obtener las características del lixiviado y luego se utilizó prueba de jarras a temperatura ambiente con distintas dosis de coagulante, valores de PH y tiempos de agitación, dichos ensayos se realizaron con un diseño factorial con 3 repeticiones de tratamiento, (3) análisis de lixiviado después de tratamiento; para obtener los valores de remoción de turbidez y DQO luego del tratamiento. Para el procesamiento de datos se utilizó el software minitab. Los resultados obtenidos demostraron que se logró 39,8 % mínimo y máximo de 57 % de remoción de DQO, respecto a la turbiedad el valor mínimo fue de 62,08 % y el más alto de 89,06 %, a mayores dosis de coagulante (0,5 g/L) mayor reducción de DQO, al aumentar el valor de pH se disminuye el porcentaje de remoción de DQO, sin tener en cuenta la dosis del coagulante. Las conclusiones del estudio fueron: los factores con mayor efecto estandarizado fueron el pH y la dosis coagulante natural, la dosis de 1 g/L de coagulante de opuntia ficus obtuvo mayor reducción de DQO (2854,3 mg/L), la turbiedad se redujo a 41,1 UN, respecto al pH, el valor 7 obtuvo los porcentajes altos de remoción de DQO, respecto al tiempo de agitación, 30 minutos fue el mejor tratamiento de los lixiviados en un equipo de pruebas de jarras. (41)

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Residuos sólidos

2.2.1.1. Origen de los residuos sólidos

Antes de la civilización el hombre era cazador y recolector aprovechaba lo que la naturaleza le ofrecía sin causar alteraciones al medio ambiente. Pero la evolución del

hombre conllevó a tener nuevas necesidades y por ende generar recursos para satisfacer las mismas, además estos pasaron de ser nómadas a sedentarios, se asentaron en lugares donde la naturaleza les proporcionaba principalmente agua. En la Edad Media la población arrojaba libremente a las calles objetos que ya no les servía, desperdicios de comida, etc. estos atraían a los animales de granja, insectos, roedores presentando riesgos a la salud de la población y asimismo al medio ambiente, pero la población no se daba cuenta o hacían caso omiso a este problema; en consecuencia se produjo el llamado “La Muerte Negra” quitando vida a más de la mitad de europeos. Durante la revolución industrial las medidas adoptadas para la gestión de residuos se dejaron de practicar, debido al aumento de la población, estudios revelan que durante los siglos XVIII y XIX algunas ciudades de Europa y de Estados Unidos estaban llenas de residuo. En las últimas décadas el hombre viene tomando conciencia sobre el problema que genera la mala gestión de residuos sólidos, a pesar de existir buenas prácticas de manejo los residuos siguen en aumento y los rellenos sanitarios no abastecen por ello se da origen a los botaderos.

2.2.1.2. Definición de residuos sólidos

Para empezar, residuo, es definido por la ONU como todo aquel material que carece de un valor de uso directo y que es desechado por su propietario (42). Así mismo, según la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839 – Costa Rica, residuo es todo material presente en estado sólido, semi sólido, líquido o gaseoso, donde el poseedor o consumidor tiene la intención deshacerse de este, para luego ser valorizado, tratado responsablemente hasta su disposición final. (43)

El Decreto Legislativo N°1278, la cual aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos se refiere a los residuos sólidos como los objetos, materiales, sustancias o elementos en fase sólido o semisólido que cumple con su vida útil o con su función principal donde el consumidor se desprende o tiene la intención de desprenderse de estos, para luego ser manejados adecuadamente hasta su disposición final (44); es importante recalcar que los líquidos que se encuentran dentro de recipientes y que van a ser posteriormente desechados, son también considerados residuos. De la misma

forma el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental considera a los residuos sólidos como aquellos que no poseen valor monetario y que comúnmente se les conoce como “basura”. (45)

2.2.1.3. Clasificación de residuos sólidos

De acuerdo con el art 31 del Decreto Legislativo N° 1278, los residuos se clasifican de acuerdo a la forma en la que son manejados y gestionados por la autoridad encargada (44), los cuáles se detallan en la Figura 3.

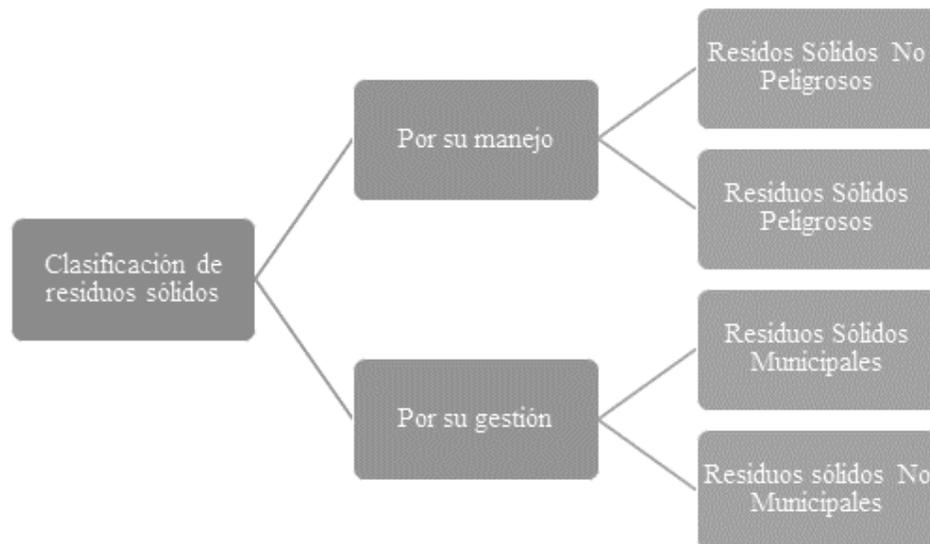


Figura 3. Clasificación de los residuos sólidos
Tomado de Decreto Legislativo N°1278

Residuo sólido no peligroso: son los que, de acuerdo a las cualidades que presentan y dependiendo de la forma en que son manejados no presentan un peligro para la salud de seres vivientes y medio ambiente en general.

Residuo sólido peligroso: dependiendo de sus características y la manera en la que son manejados, son aquellos que terminan por presentar un significativo riesgo para la salud o el ambiente.

Residuos sólidos municipales: son los generados en domicilios y espacios públicos; asimismo, se consideran otros residuos provenientes de actividades no domiciliarias las cuales guardan semejanza a los servicios de barrido y de limpieza del entorno público.

Residuos sólidos no municipales: poseen cualidades peligrosas y no peligrosas las cuales se generan durante el desarrollo de actividades que giran en torno a la producción, extracción y que involucran la prestación de servicio.

2.2.1.4. Manejo de residuos sólidos

Referido en la legislación peruana el manejo de residuos sólidos comprende las operaciones de la Figura 4 desde su generación hasta su disposición final.

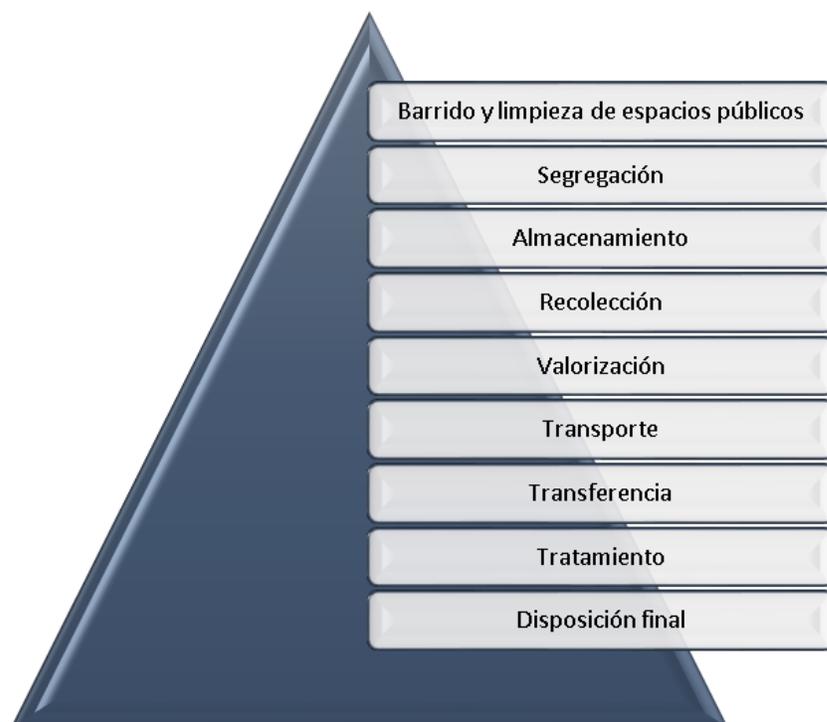


Figura 4. Operaciones del manejo de residuos sólidos
Tomado de Decreto Legislativo N°1278

Cabe señalar que los gobiernos locales son responsables de la gestión de los residuos sólidos que se generan dentro de su jurisdicción.

2.2.1.5. Resumen de la situación actual de los residuos sólidos en el Perú

De acuerdo al Ministerio del Ambiente, al 2020 en el Perú se generó 7 905 118 toneladas de residuos sólidos, sólo se valorizó el 0.75 % mientras que el 54.9 % fueron a un relleno sanitario. (46)

Cabe resaltar que, en domicilios, es donde más se generan residuos siendo el porcentaje el de un 70 %, por ello es necesario una adecuada gestión de los residuos que permitirá su aprovechamiento y adecuado tratamiento. Asimismo, la Defensoría del pueblo estima que en Perú solo existen 47 rellenos sanitarios, pero se requieren tener 344, por lo que existe un déficit de ejecución de dichos proyectos que son urgentes para evitar la contaminación que se genera en los depósitos de basura.

También el informe de la Defensoría del Pueblo (47) indica que, existe 1,973.01 hectáreas que se ven afectadas y desgastadas debido a la mala disposición de residuos sólidos (equivalente a 2,700 estadios nacionales).

ÁREAS DEGRADADAS POR RESIDUOS SÓLIDOS



**Figura 5. Áreas degradadas por residuos sólidos
Tomado del Informe de la Defensoría del Pueblo**

2.2.2 Botadero

2.2.2.1. Definición de botaderos

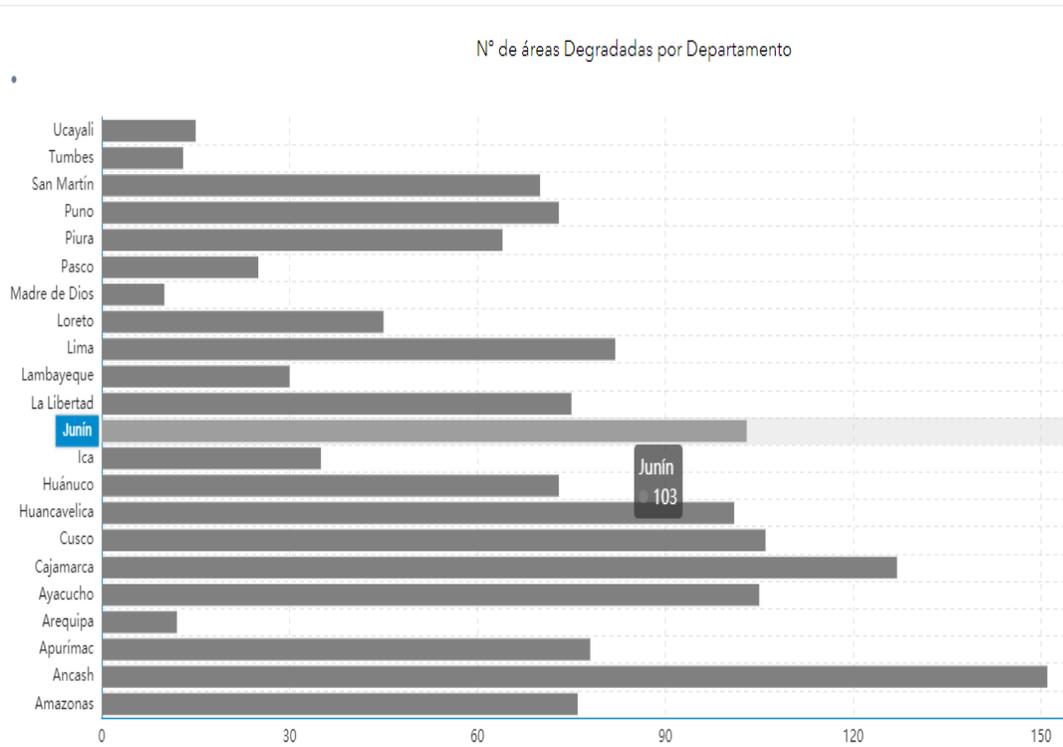
De acuerdo con explicado previamente, los botaderos son lugares inadecuados para la ubicación final de los residuos sólidos, estas no reciben ningún tipo de tratamiento por ende se convierten en focos infecciosos, son propensos a generar olores putrescibles, gases como metano, líquidos altamente contaminantes llamados “lixiviados” poniendo

en riesgo la salud humana y en efecto contaminando al medio ambiente principalmente al componente primordial de la vida (el agua) (48) perjudicando así el derecho fundamental de vivir en un ambiente sano y equilibrado, es un hecho, que es un derecho pero también un deber, el cuidar del ambiente y procurar que permanezca salubre y el que siempre esté sano, sea una garantía.

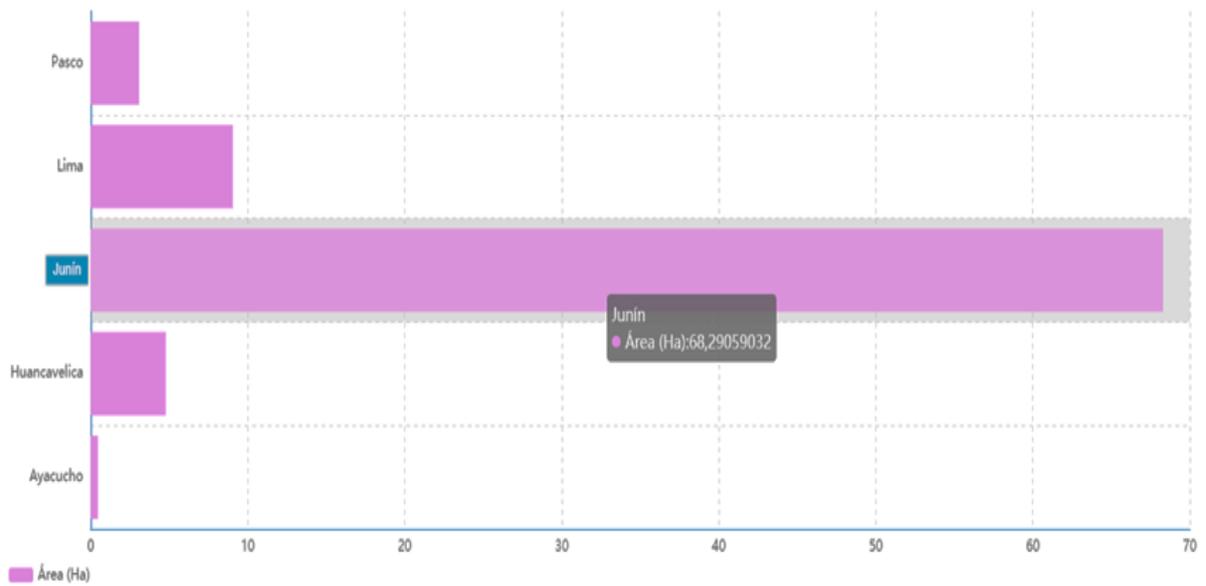
Por el contrario, un relleno sanitario representa la forma adecuada para la disposición final de los residuos sólidos, en estas instalaciones se controlan los residuos por el tipo y cantidad las cuales se confinan para tener menor volumen, existe ventilación para los gases, se evita la generación de olores putrescibles y existe tratamiento de los lixiviados antes de ser vertidos a un cuerpo receptor. (48)

2.2.2.2. Situación actual de los botaderos en el Perú

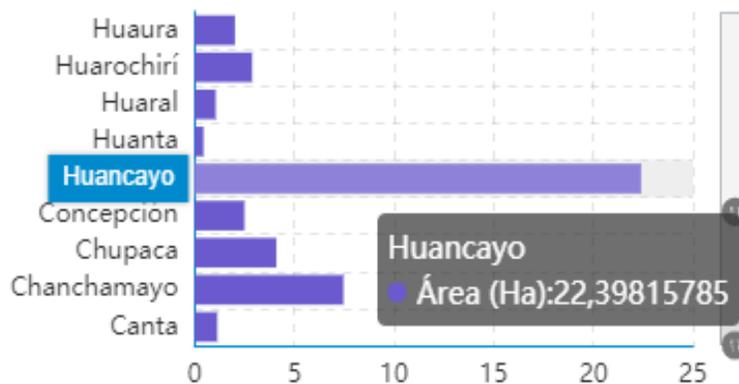
Como se vio anteriormente, OEFA a través del Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales identificó 1585 botaderos informales a nivel nacional (Figura 5), con una extensión de aproximadamente 1973 ha, las cuales fueron categorizadas en dos grupos: para su recuperación o reconversión en relleno sanitario (49). Para ser más específicos en la región Junín existen 103 botaderos con un área de 68,29 ha (Figura 6 y Figura 7) y en la provincia de Huancayo 28 áreas degradadas equivalente a 22,39 ha (Figura 8).



**Figura 6. Número de áreas degradadas por departamento
Tomado de OEFA**



**Figura 7. Superficie de áreas degradadas por departamento
Tomado de OEFA**



**Figura 8. Superficie de áreas degradadas por provincia
Tomado de OEFA**

En el Decreto Legislativo N° 1278 – artículo 44 “Prohibiciones de disposición final de residuos en lugares no autorizados” menciona lo siguiente: se considera ilegal al abandono o vertido de residuos sólidos en lugares inadecuados y no autorizados para su disposición final dispuestos por la ley y la autoridad competente. Si en caso se identifican botaderos estas deben ser inmediatamente clausurados por la municipalidad provincial en coordinación con la municipalidad distrital correspondiente.

Según los antecedentes el exbotadero El Edén fue uno de los sitios de disposición final de residuos sólidos, cuya vida útil fue de aproximadamente 7 años pese a estar ubicado a unos metros de los ríos Shullcas y Mantaro, teniendo como área de influencia directa a la población del sector Yauris, en efecto la población circundante al exbotadero recibe los efectos negativos de forma directa. En definitiva, las autoridades faltaron a la legislación ambiental para ser específicos al artículo 44, Decreto Legislativo N°1278. Este es un caso de la deficiencia en el manejo de los residuos sólidos, las municipalidades generalmente no priorizan ni invierten en infraestructuras adecuadas para la disposición final de los mismos.

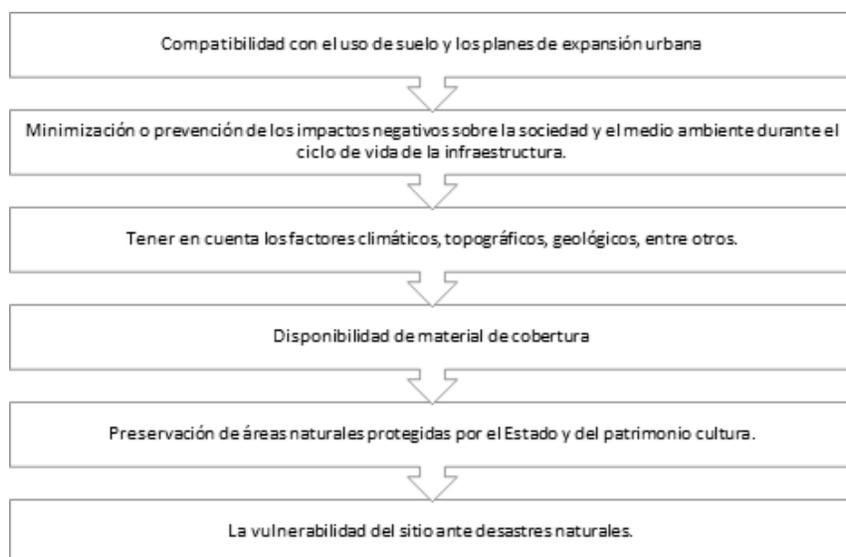
Además, en el artículo 45 y 46 de (44) menciona lo siguiente: “Toda área degradada por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos deberán ser clausurados y posteriormente recuperados o reconvertidos en infraestructuras adecuadas para la

disposición final de los residuos, cuyos responsables para la recuperación o reconversión del sitio serán los causantes de la contaminación, y sin en caso se desconoce a los responsables el Estado asumirá las acciones de recuperación y reconversión del sitio contaminado por los residuos sólidos”.

La Municipalidad Provincial de Huancayo pese a las recomendaciones dadas por OEFA en el año 2011, para la construcción de infraestructura adecuada para la disposición final de los residuos sólidos generados dentro de su jurisdicción e implementar el plan de recuperación del sitio degradado por residuos “exbotadero El Edén”, hasta la fecha no se efectuó ninguna de las dos recomendaciones.

2.2.2.3. Consideraciones técnicas para la implementación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos

De acuerdo al Reglamento del Decreto Legislativo N°1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en el apartado del Capítulo V, artículo 109 “Selección de áreas para las infraestructuras de disposición final” se expone las siguientes consideraciones establecidos por la ley, las cuales deben ser tomadas para la selección del sitio de disposición final de residuos sólidos por la municipalidad provincial en coordinación con la municipalidad distrital (Figura 9).



**Figura 9. Consideraciones para la disposición final de residuos sólidos
Tomado de D.S 014-2017**

De igual forma, en el artículo 110 de la ley mencionada (12) se detalla las condiciones mínimas que deben ser optadas para la ubicación o implementación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos (Figura 10)

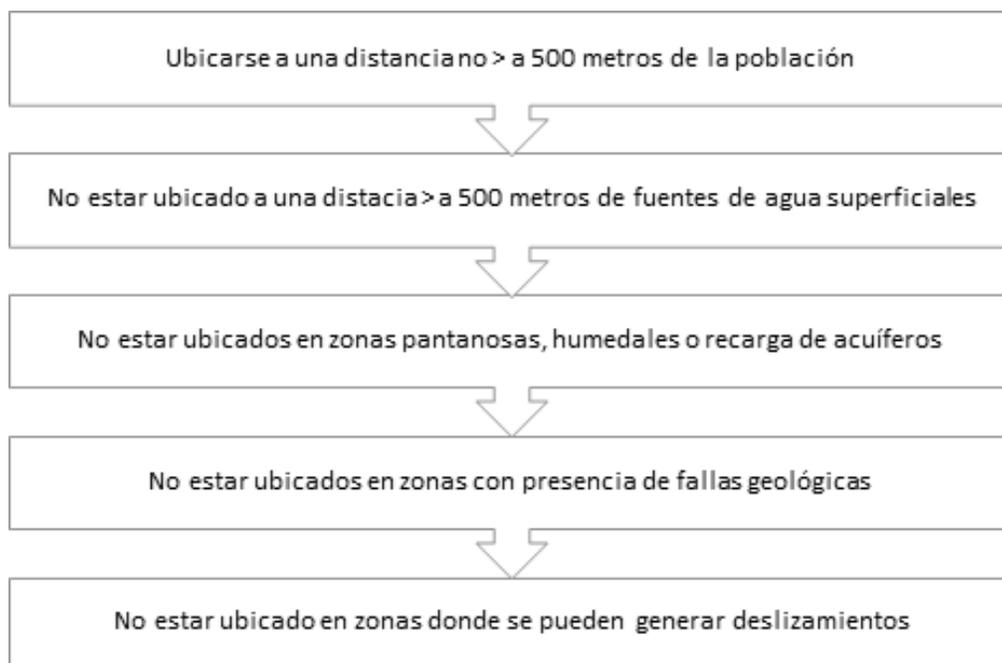


Figura 10. Condiciones mínimas para infraestructura de disposición final de residuos sólidos Tomado de D.S 014-2017

Por el contrario, el exbotadero “El Edén” está ubicado aproximadamente a unos 20 m del río Mantaro y 6 m del río Shullcas, y respecto a la población en su punto más cercano este está asentado a 25 m aproximadamente. Durante la visita se pudo apreciar que cerca al ex botadero hay presencia de sitios pantanosos, granja de vacuno y áreas agrícolas. En definitiva, no cumple con las condiciones necesarias para ser seleccionado como sitio de disposición final de residuos sólidos, debido a lo expuesto anteriormente.

2.2.3. Lixiviado

2.2.3.1. Definición de lixiviado

Se define como las mezclas de sólidos disueltos y coloidales, agregados orgánicos e inorgánicos, que resultan de desechos; contienen además, productos de la descomposición de materiales las cuales constituyen problema de contaminación para

las aguas subterráneas como superficiales; que tiene su origen, por la circulación del agua en los desechos o basura. (50)

2.2.3.2. Parámetros físico-químicos y microbiológicos de los lixiviados

Se presenta el listado de parámetros físico – químicos que una vez en el agua, producen distintas alteraciones y por tanto, deben ser tomados y analizados (51). Entre estos se encuentran:

- Color: el color del agua se encuentra perturbado debido a los distintos desechos.
- Conductividad eléctrica: se relaciona a la concentración de sustancias disueltas y al estudio de cada una de ellas para discernir sobre su naturaleza. Para las aguas residuales, este no es un parámetro que indique de manera óptima la presencia de contaminantes.
- DBO: (Demanda Bioquímica de Oxígeno) se refiere a la cuantía de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica. La presencia de microorganismos que también consumen oxígeno, produce variaciones a la hora de medir este parámetro.
- DQO: dependerá de las características de los compuestos presentes en las aguas residuales, y se evidencia cuando hay presencia de sustancias reductoras de descomposición de la materia orgánica que allí se encuentra.
- Materiales en suspensión: cuando se evidencia una cuantiosa cantidad de material suspendido en las aguas residuales.
- Olor: presentan un fuerte olor, debido a la presencia de material volátil y a los procesos.
- pH: Mide la concentración de iones hidrogeno en el agua, en donde se evidencia que las variaciones de pH afectan el entorno inmediato de las aguas contaminadas.

- Temperatura: repercute en la solubilidad de sales y en la disociación de sales disueltas, por lo que conductividad eléctrica y pH se ven afectados.
- Turbidez: se genera de acuerdo a la cantidad de material suspendido en el agua, mientras más turbia el agua, mayor cantidad de material suspendido en ella.

Por su parte Chavez (31), resume que los factores más importantes son DQO, DBO₅, pH, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos (SDT y SST), nitrógeno y metales, definidos los aún no mencionados como sigue:

- Conductividad eléctrica: en medios líquidos (disolución), la conductividad eléctrica está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación produce iones positivos y negativos, que son capaces de transportar energía eléctrica si el líquido se somete a un campo eléctrico.
- ST: la distinción entre contaminantes TDS y SST es crucial ya que muchos tratamientos solo son efectivos contra uno de los dos tipos de contaminantes. El SDT se define como los sólidos que pasan por un filtro adecuado, mientras que el SST se define como las partículas que son retenidas por el filtro después de pasar por el filtro.

2.2.3.3. Impacto a la salud de los lixiviados

Cuando las aguas subterráneas son contaminadas por un vertedero o relleno sanitario, el proceso para evidenciarlo, puede llegar a tomar un largo tiempo que van a depender de las condiciones de flujo y las características del subsuelo.

Con la contaminación ya producida y conforme permanezca en el tiempo, el proceso de descontaminación, alcanza un mayor tiempo que el usado, por el nivel de contaminación alcanzado en hacerse evidente. (52)

Tabla 3. Niveles máximos de contaminación por toxicidad

Contaminante	Concentración Máxima, mg/L
Arsénico	5.0
Bario	100.0
Cadmio	0.5
Plomo	5.0
Mercurio	0.2
Plata	5.0
Cromo	5.0
Benceno	0.5
Tetracloruro de carbono	0.5
Clorobenceno	100.0
Cloroformo	6.0
Cloruro de vinilo	0.2
Tricloroetileno	0.5
Tetracloroetileno	0.7
2,4,6-triclorofenol	2.0
Pentaclorofenol	100.0
Endrin	0.02
Heptaclor	0.008
Lindano	0.4
Silvex	1.0
Toxafeno	0.5
Metoxiclor	10.0

Tomado de Hernandez y Macias (52)

2.2.3.4. Formación de lixiviados

Los lixiviados se forman a partir del agua de precipitaciones pluviales, que fluyen por los desechos sólidos y compactados presentes en un relleno sanitario que supera el límite de capacidad de campo del relleno, dicho líquido posee un aspecto desagradable, con carga orgánica, olor fétido y tiene elementos contaminantes, los lixiviados con la degradación aerobia y anaerobia de materias orgánicas, lleva en su contenido desechos sólidos y sustancias disueltas que al desplazarse por los terrenos son un contaminante potencial de aguas subterráneas por la incorrecta impermeabilización del suelo. Las fuentes principales para la formación de lixiviados provienen de: lixiviado originado del humedad o líquido de los residuos, humedad proveniente de los tratamientos en los botaderos originados por la descomposición de materia orgánica y los lixiviados originados por fuente externas (como agua de lluvia que cae en los residuos sólidos) agua con movimiento horizontal que alcanza al relleno sanitario, así como también por la subida del nivel de agua subterránea que tiene contacto con los residuos y además, por los derrames de los líquidos del relleno sanitario. (53)

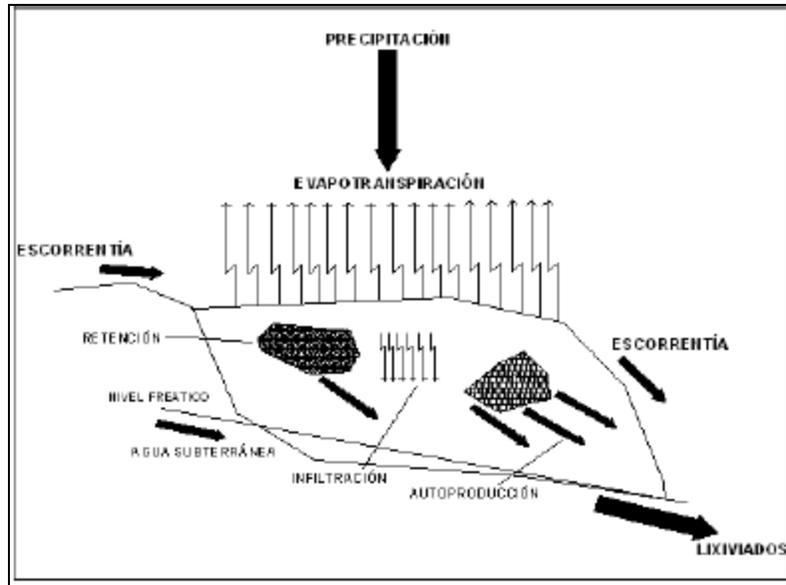


Figura 11. Formación de lixiviados
Tomado de Collazos, H. (53)

Según Chavez (53), los desechos que se depositen en el relleno sanitario será la concentración del lixiviado, de acuerdo a los tipos de desecho y características del sitio (clima, humedad, PH, cantidad y calidad de agua que pasará encima del relleno sanitario o botadero) se formarán los lixiviados.

2.2.3.5. Tipos de lixiviados

Para (32), los lixiviados según su edad se dividen en: lixiviados Tipo I (jóvenes), II (intermedio) y III (viejo) (ver Tabla 4). Las características del lixiviado joven es su alta carga de materia orgánica biodegradable (dicho sea, DBO_5) que al pasar el tiempo va disminuyendo por la descomposición anaeróbica, la demanda química de oxígeno que presenta es mayor al 1500 mg/L. El pH es de valor menor de 6.5 y posee N amoniacal menores a 400 mg/L, dichos valores se elevan en el tiempo, mencionando al contenido de metales, la concentración supera los 2 md/l dicha concentración se reduce en el tiempo (32). Los lixiviados viejos tienen un valor de PH superiores al 7.5, respecto al valor DQO presentan un valor menor a 5000 mg/L, estos valores N amoniacal superiores al 400 mg/L y contenido de metal pesado inferiores a 2 mg /L. (32)

Tabla 4. Clasificación y caracterización de lixiviados

Tipo de lixiviado	Joven	Intermedio	Viejo
Años	<5	5-10	>10
DBO ₅ / DQO	>0.5	0.1-0.5	<0.1
pH	<6.5	6.5-7.5	>7.5
DQO	>15000	5000-15000	<5000
Metales pesados	>2	<2	<2
N-NH ₃ (mg/l)	<400	-	>400

Tomado de Collazos, H. (53)

Por su parte (54), ofrece los parámetros de su investigación como en la Tabla 5.

Tabla 5. Variables físico-químicas en lixiviados

Parámetros	Unidades	LJ		LI		LM	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min
pH	Unidades	8,26	7,77	8,5	7,6	9,58	8,18
CE	mS/cm	36,7	27,1	23,5	16,2	20,6	11,6
AGV	meq/L	295	70	100	50	62,5	45
AT	mg CaCO ₃ /L	36300	12400	10746	7344	8694	1689
DT	mg CaCO ₃ /L	4324	1251	1863	866	2700	400
DBO ₅	mg O ₂ /L	13391	1171	1594	496	165	78
DQO	mg O ₂ /L	25455	9181	6638	3673	2197	1105
COT	mg COT/L	7840	3531	3025	1240	999	415
ST	mg/L	33796	17673	17950	10596	9345	5472
SDT	mg/L	33703	17041	17775	10473	8877	5382
NTK	mg N-NTK/L	2492	2184	2072	1204	1095	9,2
NH ₃ Libre	mg NH ₃	1090	187	787	237	257	4,1
N Amoniacal	mg N-NH ₃ /L	2184	1050	1848	1008	956	9,2
Cl	mg Cl/L	4200	2121	3099	1398	2420	800

LJ: Lixiviado joven < 5 años
 LI: Lixiviado intermedio 5-10 años
 LM: Lixiviado Maduro > 10 años

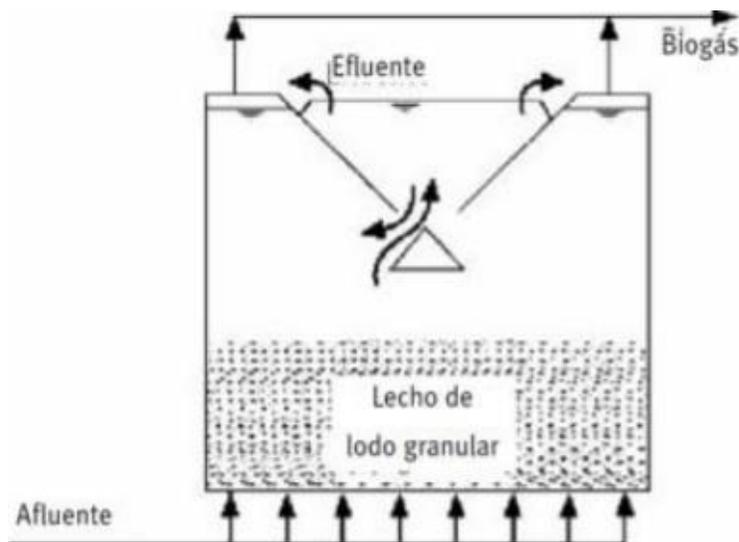
Tomado de Torres et. al. (54)

2.2.3.6. Alternativas actuales del manejo de lixiviados

En la actualidad, de acuerdo a López et. al.(55) se puede clasificar las alternativas de tratamiento de lixiviados dependiendo de la contaminación que se pueda remover (patógenos, materia orgánica, sustancias tóxicas o nutrientes) o por el nivel de tratamiento que se alcance de la siguiente manera:

- **Procesos biológicos:** dichos procesos evidenciaron más efectividad en lixiviados de edad joven debido a las concentraciones altas de ácidos grasos volátiles, también presenta una demanda bioquímica de oxígeno mayor a 0.4, lo mismo ocurre con la demanda química de oxígeno; evidenciando un índice de biodegradabilidad alto, según las características del lixiviado a tratar este tipo de tratamiento se puede realizar de forma aerobio o anaerobio.
- **Tratamiento biológico aerobio:** se realiza con depuración de compuestos orgánicos del lixiviado mediante microorganismos en presencia de agitación y oxígeno, con la finalidad de impedir un proceso de anaerobiosis en los tanques de depuración. Este tratamiento demanda condiciones estables de carga orgánica, funcionamiento, pH, nutrientes, etc. en lagunas aireadas, biodiscos, sistema de lodos activados, filtros percoladores, entre otros, con este tratamiento se puede obtener remoción de más del 90 % pero el DBO₅ remanente puede alcanzar a 1000 mg/l.
- **Tratamiento biológico anaerobio:** este tratamiento también actúa de la misma forma de depuración aerobia, aplicando el mismo principio, la diferencia es que se realiza con una población bacteriana sin presencia de oxígeno reduciendo la presencia de lodos, pero es necesario considerar que el alto contenido de amoníaco y mineral genere toxicidad en los microorganismos por ello será necesario remover el amoníaco o disminuir la carga de trabajo por la limitación del trabajo microbiano debido a la toxicidad, otro inconveniente es el colapso del sistema de tratamiento por incrustaciones formadas que limitan el volumen activo del reactor debido a la acumulación de material inorgánico en los reactores. Este tratamiento es aplicado en sistemas de lagunas anaerobias, lecho fluidizado, reactores anaerobios de flujo ascendente porque dichos sistemas tienen capacidad de soportar altas velocidades de carga con tiempos de retención bajos, arranques rápidos y sobrecarga luego de tiempos sin operar, sin interrumpir las operaciones de depuración llevadas a cabo por la flora bacteriana.

Torres et. al. citado en Martínez et. al. demostró que un reactor anaerobio de flujo ascendente consigue un 90 % de eficiencia de remoción con un pH de 5.75 y fósforo en el sustrato. Se comparó un tratamiento con sistema de biodiscos y reactor de lodos vía anaerobia con un tratamiento vía aerobia, el tratamiento con sistema de biodiscos presentó mejor funcionamiento por la estabilidad según las variaciones del lixiviado (calidad), sin olores desagradables además se obtuvo lodos con características de sedimentabilidad (55).



**Figura 12. Esquema del reactor anaerobios de flujo ascendente
Tomado de López et. al. (55)**

- **Sistemas naturales:** estos sistemas se caracterizan por ser simples en superación, son aquellas lagunas y humedales artificiales que tienen la ventaja de obtener diferentes niveles de tratamiento que van desde un pretratamiento hasta un tratamiento terciario. En los mismos se realiza un manejo adecuado de otros problemas que aparecen al aplicar tecnologías cómo la formación de espumas, acumulación de precipitados, toxicidad de microorganismos y cambios en las cargas orgánicas e hidráulicas porque se obtiene tiempos de retención hidráulica altos y procesos grandes, dichos procesos permiten acomodar los cambios en acumulaciones de precipitado, caudal, juntamente con la baja producción de gases y por tanto de espumas. Sin embargo, para Collazos (53) una de las desventajas principales es el terreno y las cantidades que presente, requerido para realizar dichos

procesos, pero por los diseños de los rellenos sanitarios estos terrenos se podrían usar como parte del sistema natural de tratamiento más que nada los humedales naturales.

- **Recirculación de los lixiviados:** este tipo de tratamiento se emplea para rellenos sanitarios con la finalidad de controlar la dispersión fluida de los lixiviados, en la recirculación de lixiviados estos son retornados al relleno por re infiltración en los residuos dispuestos controlando así la circulación de dichos lixiviados Y en rellenos sanitarios dichos lixiviados reciben tratamiento por procesos biológicos precipitación y absorción, Cabe Resaltar que los procesos mencionados aumentan la humedad de los rellenos sanitarios, logrando así en los residuos, una alta degradación biológica, además de una tasa de recuperación del metano y de estabilidad biológica. A continuación, se presentan los distintos métodos de recirculación de lixiviados.

Tabla 6. Métodos de recirculación de lixiviados

Aplicación directa de los lixiviados a los residuos durante su disposición	Rociado por Irrigación en la superficie del relleno	Aplicación sub-superficial
Además de la entrada de los residuos, También se realiza entrada de descarga depósito y compactación	El lixiviado es aplicado en la superficie del relleno de la misma manera en la que se irriga agua para cultivos	Instalación de un desagüe horizontal en los residuos sólidos
El problema es olores desagradables, exposición riesgosa de la salud, arrastre de los residuos por traslado de lixiviados. se requiere mejorar la acumulación de lixiviados por periodos de vientos fuertes invierno y cuando se suspenda la producción de lixiviados	Este método permite la aplicación de lixiviados en grandes porciones del relleno sanitario debido a que el volumen de los lixiviados disminuye por evaporación. la desventaja es la contaminación de pozos de agua potable	Se reduce el riesgo de exposición atmosférica debido a la necesidad de realizar una excavación y construir una obra

Tomado de López et. al. (55)

- **Evaporación:** consiste en emplear como fuente de energía el biogás producido en el relleno sanitario para calentar el lixiviado para evaporar el agua del lixiviado. Existen tecnologías que permiten controlar las emisiones, y por la importancia del fenómeno de los gases de efecto invernadero y cambio climático, la destrucción del metano emanados por los rellenos sanitarios son la mejor forma de disminuir las emisiones de metano.
- **Sistemas de membranas:** Esta tecnología de tratamiento es utilizada en distintos tipos de efluentes, En aplicaciones de ultrafiltración, micro-filtración, nano-filtración, según la ósmosis inversa y directa son los más aplicados para tratamiento de lixiviados.

Tabla 7. Diferencias entre biorreactores con membrana y ósmosis inversa

Bio-reactores con membrana	Ósmosis inversa
Se utiliza un sedimentador como sistema de separación sólido-líquido por un sistema de líquido ultrafiltración reduciendo el volumen del tanque del reactor biológico.	Híper-filtración que remueve partículas pequeñas impurezas en una solución, Los fluidos pasan por la membrana de ósmosis inversa que retiene los iones y otras impurezas. La membrana es semipermeable y la tecnología más aplicada es el flujo transversal y permite que la membrana se auto-limpie. La ósmosis retiene bacterias azúcares proteínas sales pinturas y otros.
la principal desventaja es la dificultad de operar y mantener el sedimentador por la presencia de módulos de membranas Se obtiene aumentos en la cantidad de biomasa dentro de los reactores pero también se pierde eficiencia en la transferencia de masa en la aireación.	Los lixiviados en un relleno nuevo son divididos en categorías y depositados en distintas celdas con sistemas de colectores separados para lixiviados, celda de residuos biodegradables y celda de residuos especiales. Se evidencia un 98 % de reducción de DQO de lixiviados.

Tomado de López et. al. (55)

- **Proceso de oxidación avanzada:** el tratamiento fotoquímico del agua contaminada implica el uso de especies transitorias altamente reactivas como el radical hidroxilo,

que tiene la capacidad de oxidar la materia orgánica. Estas especies se generan durante un proceso fotoquímico que mejora la velocidad de reacción durante el tratamiento de aguas contaminadas.

Tabla 8. Clasificación de procesos de oxidación avanzada

Procesos no fotoquímicos	Procesos fotoquímicos
Ozonización en medio alcalino	UV/periodato
Ozonización con peróxido de hidrógeno	Ferrioxalato y otros
Procesos fenton y relacionados	Fotólisis del agua en el ultravioleta al vacío
Oxidación electroquímica	UV/Peróxido de hidrógeno
Radiólisis y tratamiento con haces de electrones	UV/O ₃
Plasma no térmico	Foto-fenton y relacionadas
Descarga electrohidráulica ultrasonido	Fotocatálisis heterogénea

Tomado de López et. al. (55)

Las ventajas de los procesos de oxidación avanzada son diversas: transforma químicamente al contaminante, se obtiene la mineralización en la mayoría de los compuestos, no genera sustratos, demuestran efectividad para el tratamiento de contaminantes refractarios y también en tratamientos a bajas concentraciones, a diferencia de los métodos de incineración este método consume menos energía, reduce los efectos de la salud, los contaminantes se pueden transformar en productos más tratables en términos económicos. (55)

Entre las desventajas de este proceso se mencionan que para el proceso de oxidación avanzada fotoquímica es necesario el uso de energía eléctrica, en caso de las sustancias que presentan elevada absorción, Los procesos de oxidación avanzada con luz no son efectivos debido a que la eficiencia cuántica se reduce por la pérdida de luz, absorción o dispersión. (55)

- **Ozonización:** el oxígeno y el ozono son oxidantes de contaminantes en el contenido de aguas residuales y biosólidos, estos componentes han sido utilizados para tratar aguas residuales urbanas, aguas industriales, lodos y desinfección de agua potable para remover cianuros y fenoles, cabe mencionar que luego del tratamiento se

evidenció cambios positivos en el gusto, color, biodegradabilidad y características de la filtración. La desinfección de aguas residuales por oxidación con ozono tiene ventajas como disminución de DBO₅ Y DQO, reducción de color, olor, turbiedad, organismos patógenos y el agua presenta concentración de oxígeno disuelto.

Entre las desventajas de este tipo de tratamiento radica en el alto costo del proceso ya que la generación de ozono requiere de eficiencias de utilización de la molécula.

- **Proceso fenton y foto-fenton:** el proceso fenton se desarrolla a partir del peróxido de hidrógeno con la combinación de sal de hierro ya que el peróxido de hidrógeno no tiene propiedades oxidantes para oxidar partículas contaminantes, pero al combinarse con otras sustancias se mejora su eficiencia. El proceso fenton es efectivo para degradar aromáticos clorados, fenoles clorados, colorantes, Nitro aromáticos, clorobencenos entre otros. Los compuestos que no pueden ser degradados por el proceso fenton son acetonas, parafinas, ácido oxálico, ácido acético y compuestos organoclorados.

El proceso fenton pueden decolorar aguas residuales que tengan presencia de colorantes u otros residuos industriales disminuyendo su DQO, oxida contaminantes de suelos como el dieldrin o hexadecano. Respecto a aguas residuales municipales y subterráneas el fenton ha demostrado reducciones de DQO, Asimismo en la aplicación de tratamiento de lixiviados en el pretratamiento de compuestos no biodegradables.

Las ventajas del proceso fenton es que es abundante y no presenta niveles de toxicidad, el peróxido de hidrógeno tiene facilidad de manejar y no es peligroso para el ambiente, en el proceso de oxidación no se forman compuestos clorados. Entre las desventajas de este proceso: por exceso de fenton se pueden dar condiciones para el atrapamiento de HO, en caso de no controlar el pH en valores menores de 5 se genera fenton particulado que genera lodo residual.

A diferencia del proceso de fenton, la foto-fenton como proceso se realiza en presencia de luz ultravioleta; el uso de radiación ultravioleta aumenta la velocidad de oxidación de compuestos orgánicos en el proceso de fenton; y el uso de radiación ultravioleta aumenta la velocidad de oxidación de compuestos orgánicos en la foto-fenton. Este enfoque se emplea para una variedad de aplicaciones que incluyen tratamiento de aguas residuales municipales, medicamentos industriales, degradación de herbicidas y degradación de pesticidas de vertederos, entre otros.

2.2.4. Cuerpos de agua

2.2.4.1. Definición

El agua es la fuente vital y muy necesario para diversas actividades de la población y el mundo industrial, pese a ello los diferentes tipos de contaminantes en el agua causan el declive de la calidad de la misma y, por tanto, surge como una amenaza potencial a la salud del planeta (56). Entre los contaminantes en el cuerpo de agua existe más de 70 mil sustancias conocidas, en la cual en la mayoría de los casos van directamente al mar y océanos, siendo así una de las principales causas de la contaminación del cuerpo de agua. Desafortunadamente, la contaminación y el cuerpo de agua son dos términos que van de la mano como consecuencia de la actividad humana. (56)

Por su parte un “cuerpo de agua” es un recurso hídrico de cualquier extensión, estas se encuentran en la superficie denominado como agua superficial que son los ríos, lagos, quebradas, océanos, glaciares, lagunas; o en el subsuelo denominada aguas subterráneas que son los acuíferos, pozos, manantiales. Se pueden encontrar en estado líquido y sólido de forma natural como también artificial (embalses), estas también pueden ser de agua dulce o salada. (57)

2.2.4.2. Fuentes de contaminación del agua

- Desechos domiciliarios y municipales: se refiere a los desechos que vienen de domicilios, establecimientos comerciales, servicios públicos y privados, construcciones y demoliciones. La presencia de estos residuos sólidos en el agua

provoca variados impactos; en aguas superficiales repercuten en la estructura física del hábitat y afectan de manera negativa la calidad del agua. (12)

- **Materia orgánica:** cuando se degrada en los residuos sólidos urbanos (RSU) se crea un líquido contaminante, de color negro y de olor fuertemente penetrante, el cual es llamado lixiviado. Cuando estos lixiviados no son gestionados de la manera correcta, pueden llegar a contaminar los suelos y de la misma manera, las aguas superficiales y subterráneas (acuíferos). (30)

2.2.4.3. Impacto de lixiviados en cuerpos de agua

Valderrama citado en Buendía et. al. (2) menciona que los lixiviados en cuerpos de agua producen contaminación de aguas superficiales en lagos, ríos, quebradas, océanos y ríos, también en aguas subterráneas como pozos y manantiales, los lixiviados son peligrosos para la vida silvestre y salud pública. El transporte de lixiviados hacia las aguas superficiales se realiza por escorrentía de dichos lixiviados originados en los botaderos dónde los residuos no tienen ningún tipo de tratamiento en tanto la contaminación de las aguas subterráneas se produce por percolación, escorrentía o contacto directo de los lixiviados por el suelo dónde se encuentran los residuos y se realiza intercambio entre acuíferos, dicha contaminación se observa por la presencia de materia orgánica y sustancias tóxicas en aguas subterráneas y superficiales.

Los cuerpos de agua natural que están contaminados por lixiviados exceden los límites máximos permisibles (LMP), y que no cumplen con los estándares de calidad ambiental (ECA) generando problemas ambientales y a la vez produce malos olores que afecta directamente a la población.

2.3. Definición de términos básicos

- **Botadero.** Se denomina botadero a la acumulación no idónea de residuos sólidos tanto en vías, espacios públicos, áreas urbanas, rurales o baldías que generan altos riesgos sanitarios o ambientales. Cabe mencionar que, estos botaderos existen al margen de la Ley y no poseen autorización. (44)

- Coagulante. Electrolito con un catión multivalente de hierro, aluminio o calcio que suele ser de naturaleza inorgánica y de composición simple. Se utiliza para desestabilizar las partículas coloidales, lo que les permite agruparse más fácilmente. (35)
- Contaminación ambiental. Se define como la presencia de sustancias, energía u organismos extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que causen desequilibrio ecológico. (33)
- Cuerpo de agua. Es cualquier extensión de líquido elemento se ubica en distintas superficies terrestre como lagos y ríos o en el subsuelo como acuíferos y ríos subterráneos; el recurso hídrico puede encontrarse en estado líquido, como sólido (glaciares, casquetes polares); en estado natural o artificial (embalses) y pueden ser de agua dulce o salada. (22)
- DBO₅. La demanda bioquímica de oxígeno es una medida de la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar la materia orgánica en el agua en 5 días a 20 °C. (33)
- DQO. Es una medida de la concentración de sustancias químicas en el agua que pueden ser atacadas por un oxidante poderoso cuando la temperatura se eleva hasta cierto punto. La DQO no está necesariamente asociada con la DBO₅, a pesar de que a menudo es más alta. (33)
- Impacto ambiental. Los aspectos sociales, científico-tecnológicos y administrativo-legales que tienen un impacto significativo en la acción humana sobre el medio ambiente. (33)

- Lixiviados. Son líquidos producidos mediante el contacto del agua con los residuos en proceso de descomposición, que también pueden generarse a consecuencia de la descomposición de la materia orgánica. (44)
- LMP. Concentración o grado de elementos, sustancias o propiedades físicas, químicas y biológicas que caracterizan al efluente o la emisión y que, de ser superadas, pueden causar daño a la salud humana, bienestar humano, y el medio ambiente. (33)
- Muestra compuesta. En este procedimiento, las muestras individuales se combinan en un solo volumen de muestra que se determina en proporción al caudal de las aguas residuales en el momento de cada muestreo (que normalmente se realiza dentro de las 24 horas). (35)
- pH. Es una frase que se usa comúnmente para representar la cantidad de acidez o alcalinidad presente en una solución (concentración iones hidrógeno). El tratamiento del agua, como la coagulación química, el ablandamiento del agua y el control de la corrosión, se ven afectados por este elemento en la industria del suministro de agua.(33)
- Residuos sólidos no aprovechables. Son aquellos residuos semisólidos o sólidos de origen orgánico e inorgánico, con capacidad o no de descomposición, producto de actividades domésticas, institucionales, comerciales, industriales o de servicios, que no ofrecen posibilidad de aprovechamiento, reincorporación o reutilización en un proceso productivo. Dichos residuos no poseen ningún valor en el ámbito comercial, requieren tratamiento y disposición final, por lo que generan costos de disposición. (44)
- Residuos no municipales. Son aquellos residuos denominados peligrosos y no peligroso generados en el desarrollo de diversas actividades extracción, producción y

de servicio. Que alcanzan los residuos creados en las instalaciones principales y auxiliares de la operación. (44)

- Residuos sólidos. Es cualquier objeto, sustancia, material o elemento a consecuencia del consumo o uso de un servicio o bien, esto genera la basura y es necesario para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. (44)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

a) Método general o teórico de la investigación

En esta investigación se ha optado por el método científico, dado que se empleó con la finalidad de realizar diversos pasos de planteamiento hasta la validación de hipótesis y conclusión en un medio de secuencias lógicas y aceptadas que permitió la representatividad en esta investigación (58). Este es el caso de la diversidad de pasos desde la recolección de la muestra, pruebas en laboratorio, y demás análisis que finalizaron con la prueba de hipótesis y conclusiones.

b) Método específico de la investigación

El método específico de la presente investigación es el cuantitativo, ya que se pretendió probar la hipótesis a través de la recolección de datos basado en la medición numérica y análisis estadístico, además es secuencial y probatorio, a la vez se han medido las variables en un determinado contexto aplicando la lógica deductiva, de lo general a lo particular (58). En otras palabras, se refiere a que los datos recolectados han podido ser cuantificables, en escala numérica con respecto a las diversas concentraciones de los elementos presentes en los lixiviados.

3.1.2. Alcances de la investigación

a) Tipo de investigación

La selección del tipo de investigación es descriptiva, que consiste buscar la especificación de propiedades, características y perfiles resaltantes de grupos, procesos, entre otros que necesiten análisis, a la vez describe tendencia de grupos o población (58). Para el caso de la presente investigación, se trata de las características del lixiviado como presencia de metales, demanda de oxígeno entre otros.

b) Nivel de investigación

El nivel de investigación se elegirá según su finalidad; por tanto, es la investigación proyectiva, que tiene como propósito la propuesta de solución a los problemas prácticos inmediatos (58, 59). En otras palabras, las diferentes propuestas realizadas al finalizar la investigación que dependen de los resultados obtenidos en el laboratorio acerca del lixiviado presente en el exbotadero.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se va a emplear es el no experimental, de acuerdo a la finalidad y el análisis de las variables de estudio y debido a que consiste en la observación de fenómenos tal como se dan en su contexto original para después poder estudiarlos sin la existencia de manipulación de variables (58). En este sentido, se selecciona la modalidad longitudinal o evolutiva, debido a que se realizó la recolección de datos en diferentes puntos del tiempo (58). Tal es así, porque los datos se recogen como se presentan en la realidad del ex botadero para llevarlos al laboratorio y realizar las diferentes pruebas, mismas que se realizan en diferentes momentos, con varios días de separación, para tratar de obtener un comportamiento más global del mencionado lixiviado.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Por su parte la población está integrada por las 6 pozas colectoras de lixiviados generados por el exbotadero El Edén (Figura 13).



Figura 13. Pozas recolectoras de lixiviados Tomado de Earth pro(60)

El exbotadero El Edén está ubicado entre la intersección del río Shullcas y Mantaro, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo y departamento de Junín (Figura 14), y en Tabla 9 se muestra su información básica.

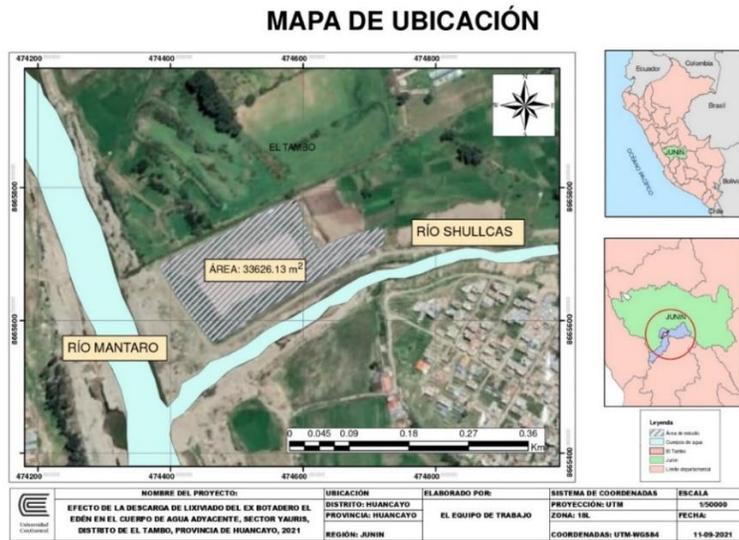


Figura 14. Mapa de ubicación del ex botadero El Edén

Tabla 9. Información básica del exbotadero El Edén

Perímetro	903,61 m
Área	3,36 ha = 33 626, 13 m ²
Coordenadas	
Este	474373
Norte	866569
Zona	18
Categoría	Recuperación

Tomado de OEFA

3.3.2. Muestra

Para la selección de la muestra se tomó en cuenta el muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que según Hernandez et. al. (58) es criterio del investigador elegir a las muestras de acuerdo a un factor en específico, en cuyo caso, se optó por elegir las pozas libres de componentes externos como lo son los residuos sólidos. La muestra está conformada por las primeras 4 pozas colectoras de lixiviados (Figura 15), de donde se tomó 1 litro de lixiviado por cada una de ellas para luego homogenizar y tener una muestra representativa, primeramente para el ensayo de una muestra compuesta preliminar, y luego se tomó periódicamente (Tabla 10) para el resto de los ensayos de la investigación.

Es importante recalcar que las muestras fueron tomadas en temporada de estiaje. Para la toma de muestra se tuvo en cuenta el protocolo (61) y guía (62) por el cual se elaboró el procedimiento de la Figura 16.

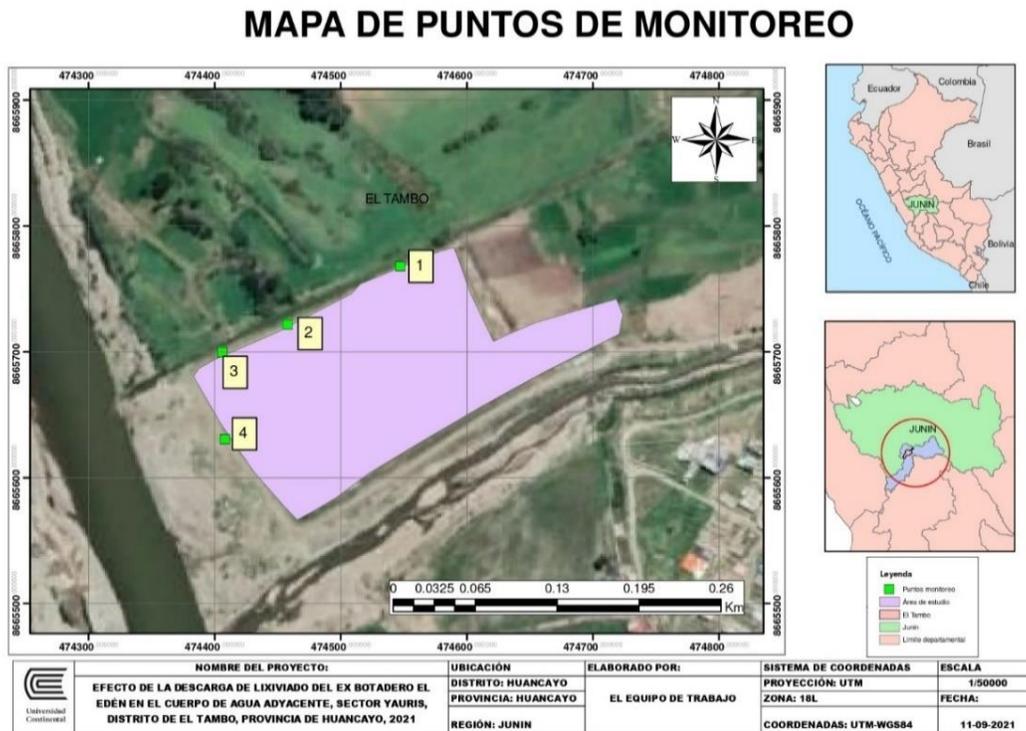


Figura 15. Mapa de puntos de muestreo

Tabla 10. Toma de muestra de lixiviados – exbotadero El Edén

Número de muestra	Código	Fecha	Tipo de envase	Tiempo desde muestra a laboratorio
1	MC-001	17/08/2021	Plástico	1 hora
2	MC-002	21/08/2021	Plástico	1 hora
3	MC-003	26/08/2021	Plástico	1 hora
4	MC-004	31/08/2021	Plástico	1 hora
5	MC-005	11/09/2021	Plástico	1 hora



Figura 16. Pasos para la toma de muestra de lixiviados

Información complementaria correspondiente al plan de muestreo puede verse en el Anexo 06.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

En lo establecido en la presente investigación como técnica de recolección de datos, se ha empleado una investigación documental (tesis, artículos, libros relacionados al tema, noticias, etc.), en la cual, a través de lectura y notas, se obtuvo la información más relevante. Por otro lado, se realizó la investigación en campo mediante la observación directa, donde también se recolectó información actual sobre el exbotadero El Edén para luego ensayar en los laboratorios.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

Como instrumento de recolección de datos se empleó las fichas de resultados del laboratorio, mapas, cámara fotográfica, entre otros.

3.4.3. Técnica para el análisis de la información

La información recolectada del exbotadero El Edén será analizada mediante estadísticos descriptivos como media, máximo, mínimo, así como comparativamente con los valores estándar (límites máximos permisibles) legales de la Tabla 11 que sean aplicables. La información resultante será presentada en tablas y gráficos por organización y mejor visualización.

Tabla 11. LMP para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad

	Parámetros	Unidad	LMP	Método de ensayo
I	Generales			
1	pH		6,5 – 8,5	APHA 4500-H+ - B Pág. 4-90 a 4-94 21ava edición
2	Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	30	APHA 2540-D Pág. 2-58 a 2-59 21ava edición
II	Orgánicos			
3	DQO	mg/L	120	EPA method 410.1 600/4-79-020 REVISED MARCH
4	DBO ₅	mg/L	20	APHA -AWWA-WEF 5210 B. 21st edition
5	Hidrocarburos Totales de Petróleo		10	DIN EN ISO 9377-2. Julio 2001
III	Inorgánicos			
6	Amonio (como N)	mg/L	10	
7	Arsénico total	mg/L	0,1	APHA 3114-C Pág. 3-37 a 3-38 21ava edición
8	Cadmio total	mg/L	0,1	APHA 3111-B, Pág 3-17 a 3-19, 21st Edition.
9	Cobre total	mg/L	0,5	APHA 3111-B Pág. 3-17 a 3-19 21ava edición
10	Cromo VI (*)	mg/L	0,1	Standard Methods for the examination of water and wastewater APHA-AWWA-WEF. 3500 Cr-B 21 st Edition
11	Hierro total	mg/L	2	APHA 3111-B Pág. 3-17 a 3-19 21ava edición
12	Mercurio total	mg/L	0,01	APHA 3112-B Pág. 3-23 a 3-24 21ava edición
13	Plomo total	mg/L	0,5	APHA 3111-B Pág. 3-17 a 3-19 21ava edición
14	Zinc total	mg/L	0,5	APHA 3111-B Pág. 3-17 a 3-19 21ava Edición
IV	Biológico			
15	Coliformes totales	NMP/100 mL	1 000	APHA 9221 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition

Tomado del MINAM (23)

Es bajo estos parámetros que se propone evaluar la hipótesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Ensayos preliminares

Las investigadoras se dirigieron a la población en estudio donde se tomó evidencia de la situación (ver anexo 2). Asimismo, se recaudaron 3 muestras compuestas de las pozas recolectoras para un ensayo preliminar con la intención de determinar los parámetros más convenientes a investigar. Los mismos se envían al Laboratorio de ensayos “ambiental laboratorios SAC” el 12 julio 2021, de los cuales arrojan los resultados de la Tabla 12.

Tabla 12. Resumen de resultados de ensayos preliminares para muestra compuesta de lixiviado

Identificación de muestra	Ensayo	Resultado	LMP
PM-01	Cobre (mg/L)	0,115	0,5
	Plomo (mg/L)	<0,001	0,5
	Zinc(mg/L)	0,213	0,5
	Arsénico (mg/L)	<0,001	0,1
	Hierro (mg/L)	11,415	2
PM-02	Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅) (mg/L)	145,32	20
PM-03	Sólidos totales en suspensión (mg/L)	110,00	30
	pH	8,53	6,5 – 8,5

Nota: PM=muestra preliminar.

De esta manera, para los ensayos realizados resulta que el cobre, plomo, zinc y arsénico no superan los Límites Máximos Permisibles, pero resultan el hierro, DBO₅ y pH como los que si lo hacen. De allí que para el resto de los ensayos de la investigación se limiten a estos parámetros.

4.1.2. Ensayos de la investigación

Como se mencionó, es a partir de los resultados preliminares que se limitan los ensayos de la investigación, y se procede a la toma de muestras compuestas en varias oportunidades para obtener un panorama general de la evolución de los mismos como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Resumen de resultados de ensayos para las muestras compuestas de lixiviado

Parámetros analizados						
Id de ensayo	pH	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L)	Hierro (Fe) (mg/L)	Temperatura (°C)	Fecha de toma de muestra
MC-001	8,1	130,6	183,1	9,012	8,1	17/08/2021
MC-002	8,35	125,3	185,1	8,85	14	21/08/2021
MC-003	8,52	98,15	150	8,92	14,3	26/08/2021
MC-004	8,76	85,22	144,3	9,23	14	31/08/2021
MC-005	8,24	129	193	9,038	14,2	11/09/2021

Nota: MC=muestra compuesta de la investigación; se usa como identificador para las distintas muestras tomadas a lo largo de la investigación.

Luego, se aplican estadísticos descriptivos como media, mínimo y máximos a los anteriores resultados para comprender mejor la situación, obteniéndose los valores de la Tabla 14.

Tabla 14. Estadísticos descriptivos de ensayos para las muestras compuestas de lixiviado

E.D.	pH	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) (mg/L)	Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L)	Hierro (Fe) (mg/L)	Temperatura (°C)
Media	8,40	113,654	171,1	9,01	12,92
Min	8,1	85,22	144,3	8,85	8,1
Max	8,76	130,6	193	9,23	14,3
SD	0,25	20,65	22,26	0,14	2,69
LMP	6,5 – 8,5	20	120	2	-

Nota: *E.D. = Estadísticos descriptivos. *Min= mínimo. *Max = Máximo.

*SD = Desviación estándar.

De lo anterior, se visualiza una DQO (171,1 mg/L) superior al LMP (120 mg/L). Cabe destacar la DBO₅ y el hierro como parámetros que supera con creces el límite máximo permisible (20 y 2 mg/L respectivamente), con una media de 113,65mg/L y 9,01 mg/L.

También, a pesar de que la media de pH se encuentra por debajo del LMP, está muy cerca del límite superior, y en algunas de las muestras tomadas si lo superan como se visualiza con la fila de valores máximos. Con respecto a las desviaciones estándar de los parámetros analizados se tiene que para el pH, hierro, y temperatura la variación es poco relevante, mientras que para DQO y DBO₅ existe una desviación apreciable pudiendo indicar algo de inestabilidad en las demandas de oxígeno.

Por otro lado, según los parámetros de (32), el lixiviado estudiado se puede clasificar por su edad como en la Tabla 15.

Tabla 15. Edad de las muestras de lixiviado

Tipo de lixiviado	Joven	Intermedio	Viejo	Media de muestras
Años	<5	5-10	>10	
DBO ₅ / DQO	>0.5	0.1-0.5	<0.1	0,66
pH	<6.5	6.5-7.5	>7.5	8,40
DQO (mg/L)	>15000	5000-15000	<5000	171,1

Tomado de Astorga (32) y

A la luz de esta información, se podría decir que el lixiviado del ex botadero presenta según los parámetros de (32) en su mayor parte características de un lixiviado viejo, gracias a su baja demanda química de oxígeno y pH alto. También, se puede acotar la existencia actual de suficiente material orgánico entre los residuos sólidos como para registrar demanda bioquímica de oxígeno apreciable.

4.1.3. Propuesta de medidas de contingencia

Considerando los resultados obtenidos en los ensayos, se puede apreciar que los residuos sólidos del ex botadero presentan una baja carga orgánica y más un proceso de degradación metálica. Debido a ello, se hace menos énfasis en procesos de aceleración orgánica y más en los de disposición de materiales secundarios.

Tabla 16. Selección de medidas de contingencia para el control de lixiviado

Proceso	Descripción resumida	Aplica
Procesos biológicos	Son más efectivos en lixiviados de edad joven debido a las concentraciones altas de material orgánico.	No
Recirculación de los lixiviados	Ofrece una alta degradación biológica, además de una tasa de recuperación del metano y de estabilidad biológica	Si
Evaporación	Consiste en emplear como fuente de energía el biogás producido en el relleno sanitario para calentar el lixiviado para evaporar el agua del lixiviado. por la importancia del fenómeno de los gases de efecto invernadero	Sí
Sistemas de membrana	Reduce sólidos en suspensión, de manera selectiva.	Sí
Proceso fenton y oxidantes	Válido más para componentes orgánicos peligrosos, no es un sitio de disposición de residuos peligrosos	No

Por lo anterior, es que se propone un sistema que recircule los lixiviados para acelerar el proceso de oxidación y generación de metano, así como mantener estable el mismo. También, mediante sistemas de membrana se separaría selectivamente el material sólido suspendido en general de hierro disuelto en el lixiviado, y finalmente la evaporación crearía un material metálico concentrado que bien pudiera ser aprovechado

en la industria para la producción de materias primas o como aditivos, como por ejemplo se tiene acero, cobre, vidrio y cemento. Un diagrama que ejemplifica el proceso propuesto es el de la Figura 17.

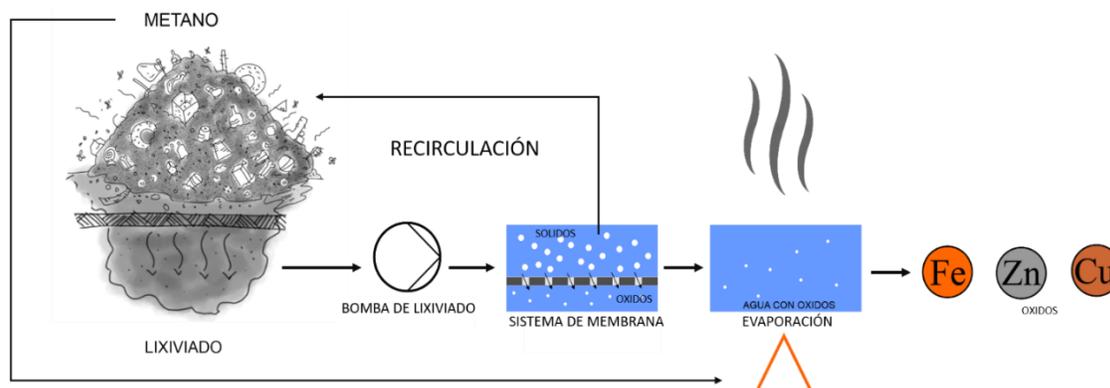


Figura 17. Diagrama del proceso con las medidas de contingencia propuestas

Cabe destacar, que no es finalidad de esta investigación el diseño de dicho proceso, por lo que se dejará para futuras investigaciones (especialmente en el área de Ingeniería Industrial y Civil) el mencionado diseño. Asimismo, sería necesario, debido a la presencia cercana de cuerpos de agua, realizar el movimiento del material y crear una barrera de aislación, como se propone para los rellenos sanitarios actuales, para evitar la fuga de lixiviado a dichos cuerpos de agua.

4.2. Prueba de hipótesis

Ahora bien, para el procedimiento de prueba de hipótesis se tiene primero las hipótesis principales:

H0: La descarga de lixiviado del exbotadero El Edén no tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris distrito de El Tambo, provincia de Huancayo 2021

H1: La descarga de lixiviado del exbotadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris distrito de El Tambo, provincia de Huancayo 2021

Las mismas se evalúan siguiendo el baremo de la Tabla 17, que ha sido adaptado a los resultados obtenidos.

Tabla 17. Baremo para la prueba de hipótesis general de la investigación

Caso	Hipótesis aceptada
Alguna o todas las hipótesis específicas son significativas	H1
Todas las hipótesis específicas no son significativas	H0

4.2.1. Prueba de hipótesis específicas

Como hipótesis específicas a probar se tiene los relacionados a los parámetros ensayados en el lixiviado, de la manera como sigue:

pH:

H₀: El pH en la descarga de lixiviado no supera el LMP (8,5)

H₁: El pH en la descarga de lixiviado supera el LMP (8,5)

Visto de otra manera

H₀: pH ≤ 8,5

H₁: pH > 8,5

DBO₅:

H₀: La DBO₅ en la descarga de lixiviado no supera el LMP (20 mg/L)

H₁: La DBO₅ en la descarga de lixiviado supera el LMP (20 mg/L)

Visto de otra manera

H₀: μ_{DBO5} ≤ 20 mg/l

H₁: μ_{DBO5} > 20 mg/l

DQO:

H₀: La DQO en la descarga de lixiviado no supera el LMP (120 mg/L)

H₁: La DQO en la descarga de lixiviado supera el LMP (120 mg/L)

Visto de otra manera

H₀: μ_{DQO} ≤ 120 mg/l

H₁: μ_{DQO} > 120 mg/l

Fe:

H₀: El contenido de Fe en la descarga de lixiviado no supera el LMP (2 mg/L)

H₁: El contenido de Fe en la descarga de lixiviado supera el LMP (2 mg/L)

Visto de otra manera

H₀: $\mu_{Fe} \leq 2 \text{ mg/l}$

H₁: $\mu_{Fe} > 2 \text{ mg/l}$

En primer lugar, para el análisis estadístico se emplea la prueba de normalidad, teniéndose en consideración un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significancia del 5 %.

Tabla 18. Pruebas de normalidad

Parámetro	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	,168	5	,200*	,978	5	,926
DBO ₅	,314	5	,122	,828	5	,135
DQO	,305	5	,144	,841	5	,168
FE	,223	5	,200*	,953	5	,758

Notas: Nivel de confianza 95%. Nivel de significancia 5% ($\alpha = 0.05$). () Esto es un límite inferior de la significación verdadera. (a) Corrección de significación de Lilliefors*

En la prueba de normalidad, utilizando Shapiro-Wilk debido a la presencia de menos de 30 datos para todos los parámetros, todos los P-valor son mayor que $\alpha = 0,05$, entonces en todos los casos tienen distribución normal. Por tanto, les corresponde una prueba paramétrica, en cuyo caso se selecciona la prueba de T de Student para una muestra, en el que el valor de referencia será el del LMP.

Tabla 19. Prueba T-student para pH

Parámetro	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
pH	-,926	4	,407	-,10600	-,4237	,2117

Nota: Valor de prueba = 8.5

Tabla 20. Prueba T-student para DBO₅

	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
DBO ₅	10,137	4	,001	93,65400	68,0026	119,3054

Nota: Valor de prueba = 20

Tabla 21. Prueba T-student para DQO

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
DQO	5,132	4	,007	51,10000	23,4534	78,7466

Nota: Valor de prueba = 120

Tabla 22. Prueba T-student para Fe

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
FE	108,890	4	,000	7,01000	6,8313	7,1887

Nota: Valor de prueba = 2

En la Tabla 19 para la prueba de pH se observa que P-valor 0,407 es mayor que la significancia $\alpha = 0,05$, entonces se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula. Esto quiere decir que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el pH en la descarga de lixiviado no supera de manera significativa el LMP (8,5). Asimismo, se observa en la Tabla 20 para la DBO₅ que P-valor 0,001 es menor que la significancia $\alpha = 0,05$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que conlleva a establecer que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la DBO₅ la descarga de lixiviado supera el LMP (2 mg/L).

Ahora bien, en la Tabla 21 de prueba para la DQO se observa que P-valor 0,007 es menor que la significancia $\alpha=0,05$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que en otras palabras, significa que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la DBO₅ en la descarga de lixiviado supera el LMP (20 mg/L). Por su parte para el contenido de Fe en la Tabla 22 se observa que P-valor 0,000 es menor que la significancia $\alpha = 0,05$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Por tanto, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el contenido de Fe en la descarga de lixiviado supera el LMP (2 mg/L).

4.2.2. Prueba de hipótesis principal

Considerando las pruebas de hipótesis específicas se obtienen los resultados de la Tabla 23

Tabla 23. Resumen de prueba de hipótesis específicas

Hipótesis específicas	Significancia
El pH en la descarga de lixiviado supera el LMP (8,5)	No
La DBO ₅ en la descarga de lixiviado supera el LMP (20 mg/L)	Sí
La DQO en la descarga de lixiviado supera el LMP (120 mg/L)	Sí
El contenido de Fe en la descarga de lixiviado supera el LMP (2 mg/L)	Sí
Aceptación de Hipótesis de la investigación	Sí

Tomado de la Tabla 19 a la 22

Según lo planteado en el baremo de la Tabla 17 se puede afirmar que existen evidencias estadísticas para aceptar la hipótesis de investigación e indicar que la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris distrito de El Tambo, provincia de Huancayo 2021.

4.3. Discusión de resultados

a) Del análisis preliminar:

- Es una situación normal que los investigadores establezcan los parámetros a procesar en sus trabajos, como (24) elija intensidad (I), extensión (E), duración (D), reversibilidad (Rv) y riesgo (Ri), mientras que (25) prefiere modelar mediante Modflow, y (26) usando fluidyn – POLLUSOL. En este sentido, se considera sensata la selección de ensayos de parámetros elegidos dada la teoría que respalda la investigación, los resultados de análisis previos dentro de antecedentes locales y más importante, la norma del país que establece los LMP (e indirectamente que se debe medir). Los resultados arrojan que es el pH, DBO₅, DQO y Fe los que caracterizan la descarga de lixiviado, de allí que sean los parámetros para medir en ensayos posteriores.

b) De los resultados obtenidos:

- Poniendo en contraste investigaciones internacionales, al igual que (26) quien consigue hierro y zinc y (31) que consigue Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Ba, en esta investigación se pone evidencia la presencia similar de metal en la descarga de lixiviado, en su mayor parte de hierro. Sin embargo, a diferencia de (27) quien consigue 53 mg/L de DBO₅, 0,07mg/L de zinc, 0,02mg/L de cobre y 0,15mg/L de hierro, queda corto para esta investigación, en la que se supera en cada parámetro (Hierro=9,01 mg/L, DBO₅=113,65 mg/L), lo que convierte al ex botadero el Edén en uno de peores características contaminantes.
- Por su parte a nivel nacional, en la quebrada Vientojirca- Independencia- Huaraz, donde se encuentra metales pesados, la microbiología y la bioquímica superan los límites establecidos por norma (33); en Puno se obtienen 45mg/L hierro, 80,2 mg/L materia orgánica, 5 – 8,5 pH (34); y otro botadero sanitario de Puno (Canchari) ya obtenía pH 9, DBO₅ 261 mg / L, DQO 521 mg / L, y azufre 311 mg (36), da a entender que en el ámbito nacional, metales y materia orgánica es lo común. El ex botadero El Edén no escapa a esa realidad con su alta presencia de Hierro (9,01 mg/L), y baja demanda de oxígeno.
- Hay que hacer mención del hecho de que la media del pH (8,39) si bien no supera el LMP se encuentra bastante cercano al LMP (8,5), lo que permite que dependiendo de la situación a veces si lo haga. También, que el valor de pH alto puede ser atribuible a la presencia de metales en la descarga del lixiviado como se vio en el análisis preliminar, y que de igual manera es consistente con los resultados de la investigación para hierro, ya que este oxidado en presencia de agua se transforma en hidróxido de hierro, el cual tiende a aumentar el pH. También, resulta similar con los resultados de la investigación de (63), quien establece que para lixiviados de desechos maduros (en temporada de estiaje) se suele tener pH alcalino (alrededor de 8,5), así como con los de (36).

- Por otro lado, sucede algo particular en la descarga del lixiviado del Edén, como lo es al analizar la edad del lixiviado según los parámetros de (32), donde en su mayor parte posee características de un lixiviado viejo, pero su relación DBO_5/DQO lo hace parecer joven. Esto requirió de la contrastación con otros autores, lo que llevó a que según los parámetros de (54), sí que lo clasifican dentro de un lixiviado de edad madura. La coincidencia en su clasificación de lixiviado maduro también se puede argumentar considerando la edad del ex botadero, y el inicio de su cierre en 2015, suficiente tiempo para que madurara el lixiviado.
- Cabe destacar la aplicación de pruebas de hipótesis, donde gracias a la significancia en la prueba t de student se puede afirmar que, a pesar de que el pH no fue suficientemente significativo, existen evidencias estadísticas para aceptar la hipótesis de investigación e indicar que la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente.

c) Respecto de la propuesta:

- Para (34) en su investigación los procesos de coagulación y floculación son más que suficiente como un proceso sencillo de recuperación de hierro. En cambio, lo que plantea la presente investigación requiere de mayores procesos porque no solo recupera hierro, sino que aceleraría la degradación orgánica, mientras que se disminuye las emisiones de metano (que es 4 veces más contaminante que el CO_2), punto muy importante bajo el panorama actual de calentamiento global.
- De manera similar, (41) usa un proceso de tratamiento de lixiviados mediante coagulación con mucilago de *Opuntia Ficus* pero solo mejora en hasta 57 % de remoción de DQO y turbiedad en 89,06 %. De nuevo es otro proceso sencillo, pero como concluye el mencionado investigador solo funciona para reducir DQO y turbiedad. Los resultados de esta investigación arrojan que hay que remover hierro y DBO_5 también, por lo que se afianza la selección hecha sobre los procesos en esta investigación.

CONCLUSIONES

1. El efecto de la descarga de lixiviado por carga orgánica del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021 es de una media de $130,6 \text{ g/m}^3$ (DBO_5) $183,1 \text{ g/m}^3$ (DQO) significativo en el nivel de confianza del 5 %, superando los LMP para DBO_5 y DQO. Los mismos se infiltran a los cuerpos de agua adyacentes como lo son los ríos Shullcas y Mantaro, o bien son lavados y arrastrados en temporada lluviosa.
2. El efecto de la descarga de lixiviado por metales disueltos del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021 es de una media de $9,01 \text{ g/m}^3$ en hierro, significativo en el nivel de confianza del 5%, al superar los LMP para Fe.
3. Se determina la necesidad de adoptar medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021, recomendándose los procesos de Recirculación de los lixiviados, Sistemas de membranas y Evaporación como los más pertinentes para resolver el problema de DBO_5 , DQO y Fe en un lixiviado maduro.

RECOMENDACIONES

1. Elaborar un estudio posterior más prolongado y profundo, donde se analicen nuevamente los metales pesados, así como también se ensaye muestras directamente sobre los cuerpos de agua río arriba y abajo para descartar aportaciones por agricultura y minería.
2. Desarrollar el diseño de ingeniería de procesos y viabilidad económica para la alternativa propuesta como medida de contingencia.
3. Continuar desarrollando estudios similares para otros botaderos en el país, y así identificar los que requieran atención inmediata y saneamiento ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SALMERON, Y., CABRERA, R., SAMPEDRO, M., ROSAS, J., ROLÓN, J. y JUÁREZ, A. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Vertederos de Residuos Sólidos Urbanos Huella de Carbono en Acapulco, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*.4(2),38-49. ISSN 2334-2501.
2. BUENDÍA, N., CALIZAYA, K., CASTILLO, R., NEIRA, E. y VIDARTE, J. *Propuesta metodológica para el muestreo de lixiviados en rellenos sanitarios operativos*. [en línea]Lima: Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA), 2021. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/GRUPON_12.DOC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. ASAMBLEA CONSTITUYENTE. *Constitución política del Perú*. Lima, Perú: Diario oficial El Peruano, 1993.
4. Ley N°28611. Ley general del ambiente. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 15 de octubre de 2005.
5. KAZA, S., YAO, L., BHADA, P. y VAN WOERDEN, F. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* [en línea]. Washington, DC: World Bank, 2018. [Fecha de consulta: el 27 setiembre 2021]. ISBN 978-1-4648-1329-0. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
6. FRIKHA, Y., FELLNER, J., ZAIRI, M. Generación de lixiviados del vertedero en un clima semiárido: un estudio cualitativo y cuantitativo de Sousse, Túnez. *Gestión e Investigación de Residuos*. 2017, **35**(9), 940-948. DOI: 10.1177/0734242X17715102.
7. BREZA, B., LEMANOWICZ, J. y BARTKOWIAK, A. Variación de parámetros biológicos y fisicoquímicos del suelo afectado por vertederos no controlados. *Environ Earth Sci*. 2016, **75**(3) 1-13. DOI: 10.1007/s12665-015-4955-9

8. AGENCIA FRANCE 24 (NOTICIAS). *India: Ghazipur, la aldea que crece bajo una montaña de basura. France 24* [en línea]. 24 June 2020. [Fecha de consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.france24.com/es/20200624-india-ghazipur-aldea-basura-pobreza-salud>
9. BOCANEGRA, K., GAMARRA, F. y TIPIAN, P. *Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempos de Covid – 19*. [en línea] Lima, 2020. Defensoría del Pueblo. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/Informe-Especial-N%C2%B0-24-2020-DP.pdf>
10. RPP NOTICIAS. *¿Donde acaba la basura que botas? RPP Noticias* [en línea]. 2019. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/donde-acaba-la-basura-que-botas-ciudades-con-futuro-noticia-1235619?ref=rpp>.
11. D.L. N°1013. Decreto Legislativo que aprueba la ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 14 de mayo de 2008.
12. D.S. N°014-2017-MINAM. Decreto Legislativo que aprueba el reglamento del decreto legislativo N° 1278, la Ley de Gestión Integral de residuos sólidos. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 21 de diciembre de 2017.
13. ACTUALIDAD AMBIENTAL. Junín: OEFA denuncia a municipios de Huancayo y El Tambo por inadecuada disposición de residuos sólidos. [online]. 17 July 2014. [Fecha de consulta: 27 setiembre 2021]. Disponible en: <https://www.actualidadambiental.pe/junin-oefa-denuncia-a-municipios-de-huancayo-y-el-tambo-por-inadecuada-disposicion-de-residuos-solidos/>
14. GRUPO RPP. Huancayo: pobladores bloquearon ingreso al botadero de 'El Eden'. *RPP* [en línea]. 30 December 2014. [Fecha de consulta: 27 setiembre 2021]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/huancayo-pobladores-bloquearon-ingreso-al-botadero-de-el-eden-noticia-755262>

15. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCAYO. *Memoria Anual 2018*. 2019.
16. LÓPEZ, M. y PURIHUAMÁN, C. Impacto Ambiental Generado por el Botadero de Residuos Sólidos en un caserío de la ciudad de Chota. *Revista de investigación y cultura*. 2018, **7**(2), 25–34. ISSN 2305-8552
17. GÓMEZ, Edinson. Afectaciones ambientales de los lixiviados generados en los rellenos sanitarios sobre el recurso agua. Monografía (Título de Especialista en Química Ambiental). Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2018, 99 pp.
18. PASTOR, J. *Vertederos controlados. Problemática de los lixiviados*. 1994. Universidad Autónoma de Madrid. ISBN 84-7477-472-1
19. SARMIENTO, A. Caracterización del manejo de residuos sólidos en el distrito de Desaguadero-Puno-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*. 2015, **17** (1), 65–72. DOI 10.18271/ria.2015.79.
20. BANCO MUNDIAL. *Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible*. [en línea]. SINIA. Sistema Nacional de Información Ambiental, 2006. [Fecha de consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/analisis-ambiental-peru-retos-un-desarrollo-sostenible>
21. HERRERA, P. y MILLONES, O. *¿Cuál es el costo de la contaminación ambiental minera sobre los recursos hídricos en el Perú?* [en línea]. 2011. PUCP. Departamento de Economía. [Fecha de consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://departamento.pucp.edu.pe/economia/documento/cual-es-el-costode-la-contaminacion-ambiental-minera-sobre-los-recursos-hidricos-en-el-peru/>
22. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA [ANA], Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. *Autoridad Nacional del Agua* [en línea]. Marzo 2016. [Fecha de consulta: 27 setiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>

23. D.S. N°001-2009-MINAM. *Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos*. [Fecha de consulta: 27 mayo2021]. Disponible https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311078/lmp_de_efluentes_de_residuos.pdf
24. BAU, I., ULLOA, M. and GOLA, J. Evaluación ambiental del depósito de residuos sólidos de Katenguenha, Angola. *Minería y Geología*. 2017, **33** (3), 353–366.
25. CARVAJAL, L., VALENCIA, J. yVALENCIA, J. Contaminación fisicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados del relleno sanitario El Carrasco, de Bucaramanga. *Producción + Limpia*. 2016 **11** (1), 66–74.
26. NAVEEN, D, y MALIK, R. A study on contamination of ground and surface water bodies by leachate leakage from a landfill in Bangalore, India. *International Journal of Geo-Engineering*. 2018, **9** (27), 2 -20. DOI 10.1186/s40703-018-0095-x.
27. MANOBANDA, K. Caracterización de los residuos sólidos urbanos del botadero municipal de Quisaloma y el efecto que genera al lixiviado en el estero "Cerrito. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 27 setiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1989>Accepted: 2017-05-25T16:43:04Z
28. CORONADO, J. Caracterización de lixiviados generados en el botadero municipal del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, año 2014. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta:6 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1290>Accepted: 2016-04-11T18:08:58Z
29. SÁNCHEZ, E. Evaluación del sistema de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón Daule provincia del Guayas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2019, 100 pp.
30. LEÓN, H., CRUZ, C., DÁVILA, R., VELASCO, F. y CHAPA, J. Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad

- del agua superficial y subterránea. *Revista mexicana de ciencias geológicas*. 2015, **3**(23), 514–526.
31. CHAVEZ, W. Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. Tesis (Maestro en Ciencia y tecnología Ambiental). Chihuahua: Centro de Investigación en Materiales Avanzados. 2011, 111 pp.
 32. ASTORGA, C. Tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario: Propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales. Memoria (Título de Ingeniería Civil Química). Chile: Universidad de Chile, 2018, 100 pp.
 33. SÁNCHEZ, W. Evaluación de los lixiviados generados en el botadero de carhuashjirca y los impactos ambientales generados en la quebrada vientojirca – Independencia – Huaraz – Ancash – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2020, 97 pp.
 34. ASTORGA, E. Tratamiento de lixiviados del botadero de residuos sólidos de la ciudad de puno con surfactantes aniónicos. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018, 111 pp.
 35. IRIGOÍN, S. y ZALDIVAR, J. Clarificación fisicoquímica de lixiviados mediante procesos de coagulación, floculación y sedimentación del botadero municipal de la provincia de Moyobamba – 2016. Tesis (Título de Ingeniero Sanitario). San Martín: Universidad Nacional de San Martín, 2018, 120 pp.
 36. CARRIZALES, L.y PANCA, C. Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Cancharani – Puno. *Ñawparisun*.2020, **2**(4), 29 - 36.
 37. GONZALES, J. Evaluación del riesgo ambiental que genera la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca debido al manejo de los lixiviados.

- Tesis (Título de Doctor en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018, 123 pp.
38. ROJAS, M. Evaluación de la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani - Puno. Tesis (Magister Scientiae en Ecología Mención en Ecología y Educación Ambiental) Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2016,109 pp.
39. MONTALVO, J. y QUISPE, M. Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario. Tesis (Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019.
40. MEDINA, M., MONTERO, E. y CRUZ, L. Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 2016, **82** (4), 454–466.
41. DAMIÁN, Y. Tratamiento de lixiviados en la etapa de compostaje mediante el proceso de coagulación con mucilago de Opuntia Ficus Indica Tesis (Maestro en Ingeniería Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019, 103 pp.
42. MARTINEZ, J., MALLO, M., LUCAS, R., ALVAREZ, J., SALVARREY, A. y GRISTO, P. *Guía para la gestión integral de residuos sólidos*. Uruguay: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, 2005.
43. ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA. *Ley N° 8839: Ley la Gestión Integral de Residuos* [online]. Costa Rica, 2010. [Accessed 2 October 2021]. Available from: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=68300

44. D. L. N°1278. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de diciembre de 2016.
45. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL [OEFA]. *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Informe 2014-2015*. [en línea]. 2014. Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA). Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926
46. R. M. N°124-2021-MINAM: Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 16 de julio de 2021.
47. DEFENSORÍA DEL PUEBLO. *Informe Defensorial N° 181: ¿Dónde va nuestra basura?* [en línea]. 1. Perú: Tarea Asociación Gráfica Educativa, 2019. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/INFORME-DEFENSORIAL-181.pdf>
48. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE (PERÚ), MINISTERIO DE SALUD DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD-DIGESA (PERÚ), ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, and CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. *Guía Técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos* [en línea]. Perú: CONAM, 2004. [Fecha de consulta: 8 de octubre 2021]. Disponible en: <http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/337>Accepted: 2017-12-08T23:09:06Z
49. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL [OEFA]. *Resolución de Consejo Directivo N°026-2018-OEFA/CD: Inventario nacional de áreas degradadas por residuos sólidos municipales* [en línea]. Perú, 2018. [Fecha de consulta: 2 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/oefa/normas-legales/218183-026-2018-oefa-cd>

50. VELASTEGUI, D. Caracterización físico – química y microbiológica de los lixiviados generados en las composteras del parque Itchimbia. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Quito: Universidad Internacional SEK, 2009, 79 pp.
51. CALVO, M., OLIET, P. y VELASCO, E. *Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias* [en línea]. España : Mundi Prensa Libros, 2003. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2021]. ISBN 978-84-89922-83-9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=112377>
52. HERNÁNDEZ, A. y MACIAS, J. *Saneamiento ambiental y protección de corrientes*. La Habana : Editorial Félix Varela, 2008. ISBN 978-959-07-0902-9.
53. COLLAZOS, H. *Diseño y operación de rellenos sanitarios*. Colombia : Escuela Colombiana de Ingeniería, 2013. ISBN 978-958-8726-12-0.
54. TORRES, P., BARBA, L., OJEDA, C., MARTÍNEZ, J. y ASTAÑO, Y. Influencia de la edad de lixiviados sobre su composición físico-química y su potencial de toxicidad. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 2014, **17** (1), 245–255.
55. LOPEZ, A., HERNÁNDEZ, W., BERNAL, O., COYOTL, O., ROSAS, M., LARA, J., HERNÁNDEZ, E., MÉNDEZ, G., MAGAÑA, J. y CASTILLO, J. Alternativas actuales del manejo de lixiviados. *Avances en Química*. 2014, **9** (1), 37–47. ISSN: 1856-5301
56. FUNDACIÓN AQUAE. Principales causas y consecuencias de la contaminación en el agua. *Fundación Aquae* [en línea]. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/agua-y-contaminacion/>
57. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA [ANA] y MINISTERIO DE AMBIENTE [MINAM]. *Glosario de términos utilizados en la Ley de recursos hídricos N°29338 y*

en su reglamento (D.S. N°001-2010-AG): [en línea]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/67431>

58. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. Sexta ed. Mexico: McGraw Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.
59. FLAMES, A. *Trabajo de grado cuantitativo y cualitativo*. 1ra. UBV, 2012.
60. *Earth pro* [en línea]. Google, 2021. [Fecha de consulta: 6 de octubre 2021]. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es/earth/>
61. CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA. *Protocolo para toma de muestras de aguas residuales* [en línea]. 2010, Amazonía Sostenible. [Fecha de consulta: 6 de octubre 2021]. Disponible en: http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Protocolo_para_Toma_de_Muestras_de_Aguas_Residuales.pdf
62. DUNCAN, D., WALKER, M., HARVEY, F., y AUSTRALIAN WATER QUALITY CENTRE. *EPA Guidelines: Regulatory monitoring and testing; Water and wastewater sampling* [en línea]. Australia: Environment Protection Authority [EPA]. [Fecha de consulta: 6 de octubre 2021]. 2007. ISBN 978-1-921125-47-8. Disponible en: https://www.epa.sa.gov.au/files/8494_guide_wws.pdf
63. ROBLES, F., MORALES, Y., PIÑA, A., ESPÍNDOLA, O., TOVAR, L. y VALENCIA, G. Medición de pH y cuantificación de metales pesados en los lixiviados del relleno sanitario más grande de la zona metropolitana de la ciudad de México. *Universidad y ciencia*. 2011, **27**(2),121–132. ISSN 0186-2979

ANEXOS

Anexo 01

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	
General	General	General			
¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviados del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?	Evaluar el efecto de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.	La descarga de lixiviado del ex botadero El Edén tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021	Independiente: Descarga de lixiviado del ex botadero El Edén. Dimensiones: Generales Orgánicos Inorgánicos. Indicadores: Concentración de contaminante por volumen de lixiviado (mg/L). Variable dependiente: Cuerpo de agua adyacente. Dimensiones: Generales Orgánicos Inorgánicos. Indicadores: Concentración de contaminante por volumen de lixiviado máximo (mg/L) (LMP)	Tipo: Descriptivo Nivel: Proyectivo Método: Cuantitativo Diseño: No experimental longitudinal. Población: 6 pozas colectoras de lixiviados generados por el ex botadero El Edén.	
Específicos	Específicos	Específicas			
¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviado por carga orgánica del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?	Evaluar el efecto de la descarga de lixiviado por carga orgánica del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021.	La DBO5 en la descarga de lixiviado supera el LMP (20 mg/L). La DQO en la descarga de lixiviado supera el LMP (120 mg/L)			Muestra: no probabilístico por conveniencia, 4 pozas colectoras de lixiviados.
¿Qué efecto tiene la descarga de lixiviado por metales disueltos del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?	Evaluar el efecto de la descarga de lixiviado por metales disueltos del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021	El contenido de Fe en la descarga de lixiviado supera el LMP (2 mg/L)		Técnica de recolección: Documental y observación estructurada.	
¿Cuáles son las medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021?	Determinar las medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021	Se determina la necesidad de adoptar medidas de contingencia para el control de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021		Instrumento: fichas de resultados del laboratorio, mapas, cámara fotográfica, entre otros.	
				Técnica de análisis: Estadísticos descriptivos como media, máximo, mínimo, así como comparativamente con los valores estándar (límites máximos permisibles), y prueba de hipótesis.	

Anexo 02
Registro fotográfico - 1ra visita



Figura 18. Extracción de muestra simple de las pozas



Figura 19. Medición de la temperatura



Figura 20. Medición del pH



Figura 21. Muestras simples recolectadas de las pozas



Figura 22. Homogenización de muestra compuesta



Figura 23. Muestras compuestas envasadas para análisis

Registro fotográfico - 2da visita



Figura 24. Extracción de muestra simple de las pozas



Figura 25. Medición de la temperatura



Figura 26. Medición del pH



Figura 27. Muestras simples recolectadas de las pozas



Figura 28. Homogenización de muestra compuesta



Figura 29. Muestras compuestas envasadas para análisis

Registro fotográfico - 3ra visita



Figura 30. Extracción de muestra simple de las pozas



Figura 31. Medición de la temperatura



Figura 32. Medición del pH



Figura 33. Muestras simples recolectadas de las pozas



Figura 34. Homogenización de muestra compuesta



Figura 35. Muestras compuestas envasadas para análisis

Registro fotográfico - 4ta visita



Figura 36. Extracción de muestra simple de las pozas



Figura 37. Medición de la temperatura



Figura 38. Medición del pH



Figura 39. Muestras simples recolectadas de las pozas



Figura 40. Homogenización de muestra compuesta



Figura 41. Muestras compuestas envasadas para análisis

Registro fotográfico - 5ta visita



Figura 42. Extracción de muestra simple de las pozas



Figura 43. Medición de la temperatura



Figura 44. Medición del pH



Figura 45. Muestras simples recolectadas de las pozas



Figura 46. Homogenización de muestra compuesta

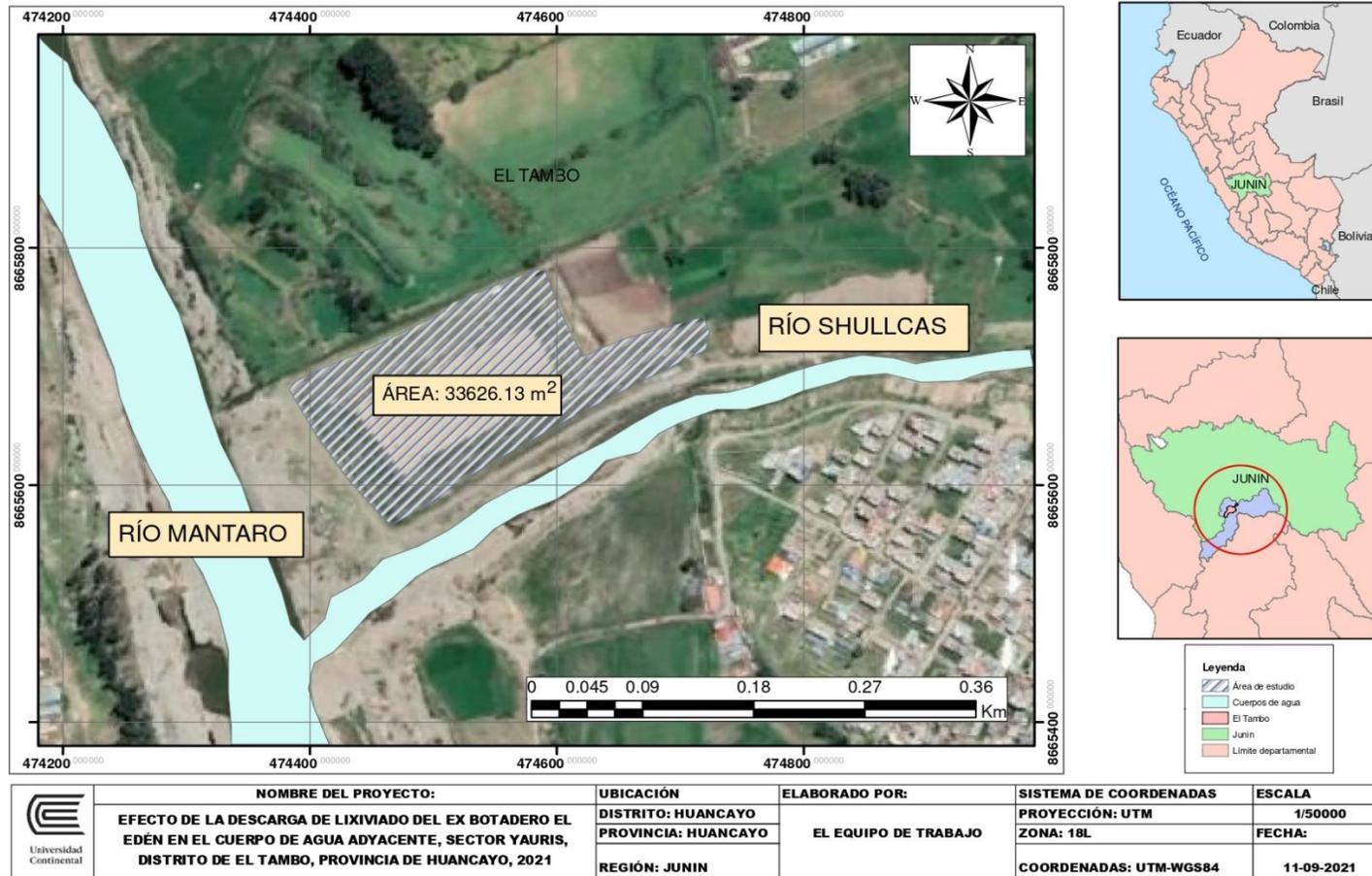


Figura 47. Muestras compuestas envasadas para análisis

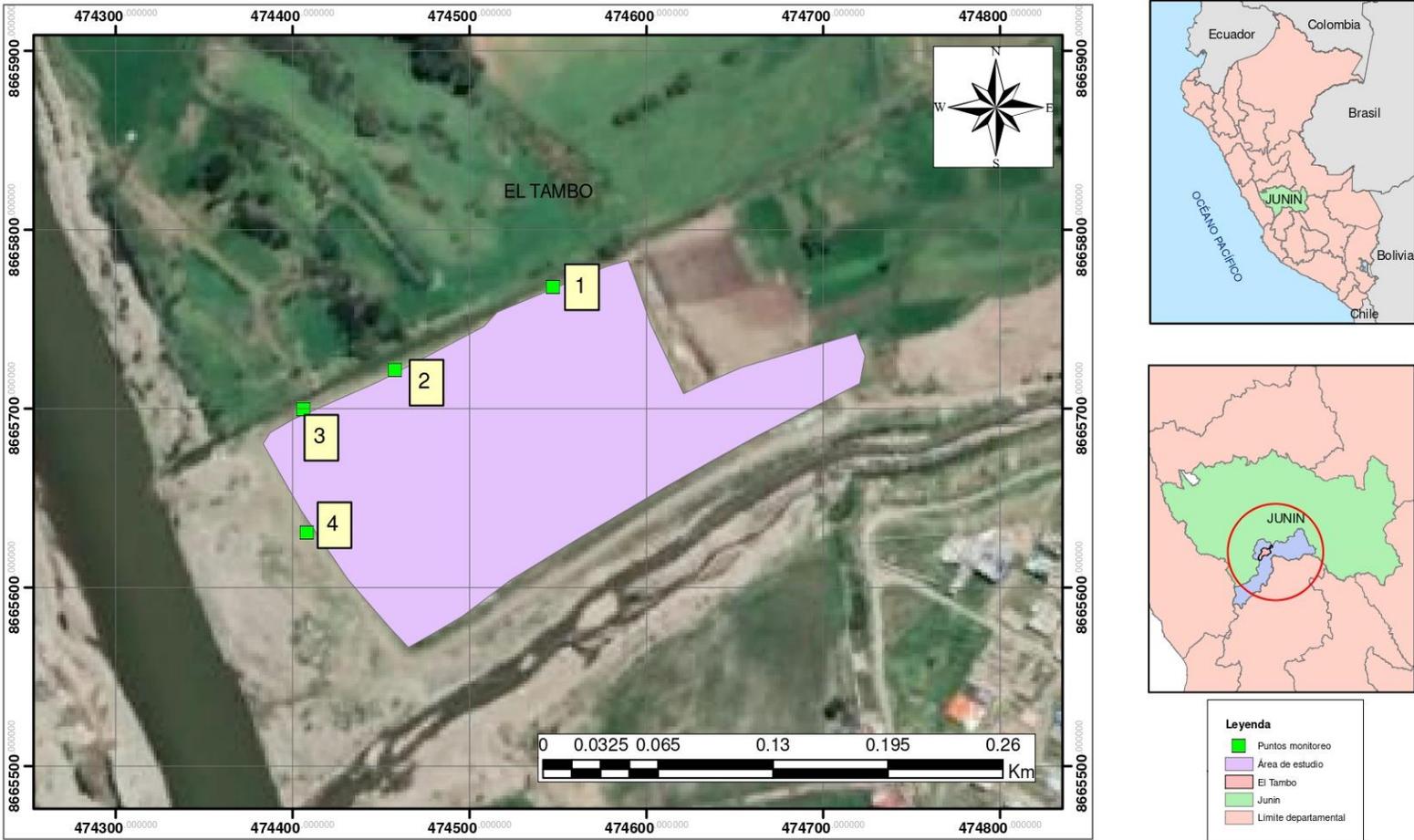
Anexo 03

Mapas

MAPA DE UBICACIÓN

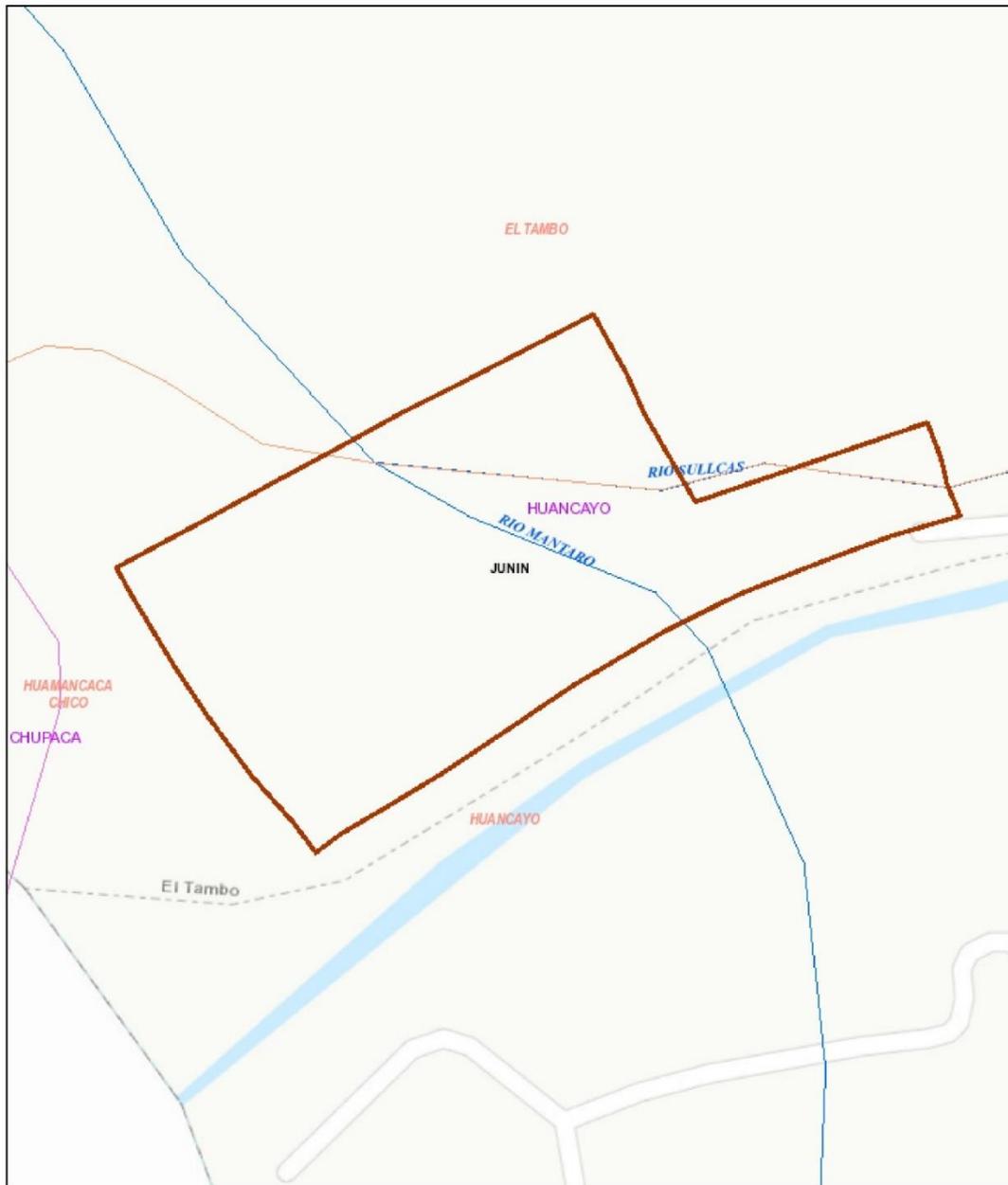


MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO



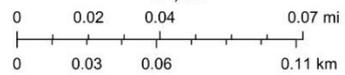
 <p>Universidad Continental</p>	NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACIÓN	ELABORADO POR:	SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA
	EFECTO DE LA DESCARGA DE LIXIVIADO DEL EX BOTADERO EL EDÉN EN EL CUERPO DE AGUA ADYACENTE, SECTOR YAUROS, DISTRITO DE EL TAMBO, PROVINCIA DE HUANCAYO, 2021		DISTRITO: HUANCAYO	EL EQUIPO DE TRABAJO	PROYECCIÓN: UTM	1/50000
			PROVINCIA: HUANCAYO		ZONA: 18L	FECHA:
			REGIÓN: JUNIN		COORDENADAS: UTM-WGS84	11-09-2021

BOTADERO EL EDÉN



8/9/2021 20:06:44

1:2,257



- | | |
|--|---|
|  Reconversión |  Quebradas |
|  Recuperación |  Distrital |
|  Lagunas |  Provincial |
| Red hidrica |  Departamental |
|  Ríos | |

Esri, HERE, Garmin, USGS, CCSIG

Web AppBuilder for ArcGIS
CCSIG | Esri, HERE, Garmin, USGS |

Anexo 04

Resultados de laboratorio

Análisis de muestras preliminares



LABORATORIO DE ENSAYOS
“AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-089-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: LUZ MARIA NAHUI GALA. DIANA ACOSTA ROMERO.
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Santa Rosa psaje Zaramilla s/n Palian Jr. Moquegua 415 - Tama
SOLICITADO POR	: Diana Acosta Romero.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Evaluación del riesgo químico de los lóvados del Botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, 2021".
PROCEDENCIA	: Botadero El Edén - Yauris.
ORDEN DE SERVICIO N°	: ALJOS - 073 - 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 3 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 12/07/2021.
PERÍODO DE ENSAYO	: 13/07/2021 - 18/07/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
PM-01	M-21-154	0474582.447	8665783.52	12/07/2021	12:17	Agua Residual
PM-02	M-21-155	0474577.704	8665782.94	12/07/2021	12:25	Agua Residual
PM-03	M-21-156	0474578.761	8665784.42	12/07/2021	12:38	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Cobre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cu B, 23nd Ed.2017	Cu, Atomic Absorption Spectrometric Method.
Plomo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 Pb B, 23nd Ed.2017	Pb, Atomic Absorption Spectrometric Method.
Zinc	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Zn B, 23nd Ed.2017	Zn, Atomic Absorption Spectrometric Method.
Arsénico	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-As B, 23nd Ed.2017	As, Atomic Absorption Spectrometric Method.
Hierro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Fe B, 23nd Ed.2017	Fe, Atomic Absorption Spectrometric Method.





Ing. María H. Yauris
 JEFE DE LABORATORIO
 CP N° 173972

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chilca - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N - Barrio Chanchas - Huayucachi
 Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-089-21

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23nd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23nd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23nd Ed.2017	Conductivity, Laboratory Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23nd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
PM-01	Cobre	0.115	mg/L
	Plomo	<0.001	mg/L
	Zinc	0.213	mg/L
	Arsénico	<0.001	mg/L
	Hierro	11.415	mg/L
PM-02	Demanda Bioquímica de Oxígeno	145.32	mg/L
PM-03	Sólidos Totales en Suspensión	110.00	mg/L
	Conductividad Eléctrica	106.20	µS/cm
	pH	8.53	Unidad pH



Huancayo, 19 de Julio del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
Ing. Arvin W. Cuyasaca Galarza
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 175912

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ E.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

Cliente: Wanda Carolina Acosta Romero Lugar de muestreo: Baladero El Eden - Yauyis N° de informe de ensayo: AL-082
 RUC: _____ Proyecto: Plan de tests
 N° de cotización: AL/COT-2021-174-1
 e-mail: carolina.romero@gmail.com Telf.: 942430785 PARAMETROS: _____

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽¹⁾	PUNTO DE MONITOREO o CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MATRIZ ⁽²⁾	UBICACIÓN UTM ⁽³⁾	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	PARAMETROS ⁽⁴⁾										OBSERVACIONES					
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V		colore	huelo	Turb	Plomo	Mercurio	DBO 5	SST	Conductividad	PH							
1	H-21-154	PH-01	12/09/11	12:17	AR	444582 4416 866538332N	1	1	1L							X									
2	H-21-155	PH-02	12/09/11	12:25	AR	444582 4416 866538332N	1	1	1L							X	X	X							
3	H-21-156	PH-03	12/09/11	12:38	AR	444582 4416 866538332N	1	1	1L	X	X	X	X												
TOTAL																									

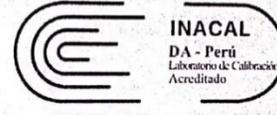
RECIBIDO
 EL 2 JUL 2021
 HORA: 17:20

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluente); VE(Vertimientos); SE(Sedimentos); BV(Blanco Vajero); DP(Duplicado); BC(Blanco de Campo).

DATOS	MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO	RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO	LABORATORIO - RECEPCION DE MUESTRAS
NOMBRES Y APELLIDOS:	<u>Wanda Carolina Acosta Romero</u>		MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS
FIRMA:	<i>(Firma)</i>		TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO
OBSERVACIONES:			MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS
			CONSERVACION DE MUESTRAS
			FRIO: _____ AMBIENTE: _____



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019



Certificado de Calibración

LA-553-2020

Registro N° LC -019

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : AMBIENTAL LABORATORIOS SAC
 2 Dirección : Av. Ferrocarril N° 661 Chilca - Huancayo-Junin
 3 Datos del Instrumento

. Instrumento de medición : Medidor de Conductividad* . N° de serie del instrumento : 081200027806
 . Marca : HACH . N° de serie de sonda : 151212588004
 . Modelo : HQ40d . Intervalo de indicación : 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
 . Identificación : No indica . Resolución : 0,1uS /cm -1uS /cm -0,01mS /cm

- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
 5 Fecha de calibración : 2020-10-12
 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPL

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,4	47,5
Final	24,7	49,8

8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	GGP-S-04.30	CC16134	2021-06-07
MRC 1410 uS/cm	GGP-S-05.27	CC16108	2021-05-31
MRC 9975 uS/cm	GGP-S-07.25	CC16446	2021-09-14

9 Resultados de medición

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
99,5 uS/cm	98,6 uS/cm	0,9 uS/cm	2,2 uS/cm
1411 uS/cm	1410 uS/cm	1 uS/cm	7 uS/cm
10,11 mS/cm	9,98 mS/cm	0,13 mS/cm	0,05 mS/cm

10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
 b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,5 % de la lectura)
 * La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del Instrumento.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la Incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión
 AMBIENTAL LABORATORIOS SAC
 2020-10-13

[Firma]
 Ing. Ivan H. Navarro Calarza
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP N° 175912

[Firma]
 ISAIAS CURI MELGAREJO
 Jefe de Laboratorio de Calibración
 GREEN GROUP PE S.A.C

FO-[LC-PR-01]-03

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Análisis de muestra compuesta 1



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-100-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: LUZ MARÍA ÑAHUI GALA. DIANA ACOSTA ROMERO.
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Santa Rosa psaje Zarumilla s/n Palian Jr. Moquegua 415 - Tarma
SOLICITADO POR	: DIANA ACOSTA ROMERO.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Evaluación del riesgo químico de los lixiviados del Botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, 2021".
PROCEDENCIA	: Botadero El Edén – Yauris.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 087 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 3 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 17/08/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 17/08/2021 – 21/08/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
MC-001	M-21-177	0474547	8665768	16/08/2021	12:15	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23nd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23nd Ed.2017	Conductivity, Laboratory Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23nd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23nd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23nd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Hierro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Fe B, 23nd Ed.2017	Fe, Atomic Absorption Spectrometric Method.

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E.: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril 5/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



**LABORATORIO DE ENSAYOS
“AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”**

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-100-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
MC-001	pH	8.10	Unidad pH
	Conductividad Eléctrica	109.70	µS/cm
	Temperatura	14.4	°C
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	130.60	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	183.10	mg/L
	Hierro	9.012	mg/L

Huancayo, 21 de agosto del 2021

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

AYAs-087-2021

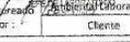
	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C	CÓDIGO: LAB-FR-001
	CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO	
		VERSION: 01
		F.E: 12/2020

Cliente:	Empresa Aguas Rovers / Lot 14000 Asumu Gales	Lugar de muestreo:	Ex. Bateadero El Alfa - Sector Yauris	N° de informe de ensayo:	AYAs-100-21
RUC:	1474859172255876	Proyecto:	Estado de la descarga del Aliviado del Ex Bateadero El Alfa en el cuerpo de agua adyacente sector Yauris, Distrito de El Tambo, Provincia Huancayo, 2021		
N° de cotización:		Tel.:			
e-mail:					

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽¹⁾	PUNTO DE MONITOREO ó CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MÁTRIZ ⁽²⁾	UBICACIÓN UTM ⁽³⁾	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	PH	Conductividad	D.B.O ₅	D.Q.O	Mn + Fe	OBSERVACIONES
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V							
1	11-21-177	MC-004	16/08/21	12:15	AR	94714543 9665768	X		2L	X	X	X	X		
TOTAL															4

RECIBIDO
 16 AGO 2021
 HORA: 12:00

- (1) Campo exclusivo para el laboratorio.
- (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
- (3) Tener las coordenadas UTM utilizando un GPS.
- (4) (A) Agua Potable; (AR) Agua Residual; (AS) Agua Superficial; (AT) Agua Subterránea; (AM) Agua de Mar; (AL) Agua Pluvial; (EP) Efluentes; (VE) Vertimientos; (GE) Sedimentos; (IV) Riego; (V) Agua; (DQ) Desechos; (RC) Riego de Campo.

DATOS	MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO	RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO	RECIBIDA EN EL LABORATORIO	RECEPCIÓN DE MUESTRAS
NOMBRES Y APELLIDOS:	Jorge Francisco Rosales Del Aguila Gales			MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS
FIRMA:				TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO
OBSERVACIONES:				MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS
				CONSERVACION DE MUESTRAS
				FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE: <input type="checkbox"/>

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huaycachi
 Cel.: 998900666 - 950006691 Email: ambiental_lab@ambientallaboratorios.com.pe

Análisis de muestra compuesta 2



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-102-21

NOMBRE DEL CLIENTE DOMICILIO LEGAL SOLICITADO POR REFERENCIA DEL CLIENTE PROCEDENCIA ORDEN DE SERVICIO N° CANTIDAD DE MUESTRAS FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA PERIODO DE ENSAYO TOMA DE MUESTRA CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: LUZ MARÍA NAHUI GALA. DIANA ACOSTA ROMERO. : Jr. Santa Rosa psaje Zarumilla s/n Palian Jr. Moquegua 415 - Tarma : DIANA ACOSTA ROMERO. : Análisis de Agua Residual "Evaluación del riesgo químico de los lixiviados del Botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, 2021". : Botadero El Edén – Yauris. : AL/OS – 092 – 2021. : 3 frascos de plástico. : 21/08/2021. : 21/08/2021 – 30/08/2021. : Por el cliente. : Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.
--	---

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
MC-002	M-21-180	0474547	8665768	21/08/2021	12:00	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23nd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23nd Ed.2017	Conductivity, Laboratory Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23nd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23nd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23nd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Hierro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Fe B, 23nd Ed.2017	Fe, Atomic Absorption Spectrometric Method.




 AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
 Jefe de Laboratorio
 CIP Nº: 112012

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
"AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"**

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-102-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
MC-002	pH	8.35	Unidad pH
	Conductividad Eléctrica	115.45	µS/cm
	Temperatura	14.0	°C
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	125.30	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	185.10	mg/L
	Hierro	8.850	mg/L



Huancayo, 31 de agosto del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
Ing. [Signature]
JEFE DE LABORATORIO
CIP Nº 175912

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E.: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C., su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C	CÓDIGO: LAB-FR-001
	CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO	VERSION: 01
		F.E: 12/2020

Cliente: <u>443 Doris Nolas Caba</u>	Lugar de muestreo: <u>Seto Yauri - Ex bodega El Eden</u>	Nº de Informe de ensayo: <u>05/SE-102-21</u>
RUC: <u>72255873</u>	Proyecto: <u>Efecto de la liberación de Truxubo del ex bodega El Eden en el barrio de Yauri, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, 2021</u>	<u>05/05-092-2021</u>
Nº de cotización: <u>05/05-2021-212-1</u>		
E-mail: <u>truxubo@ambiental.com</u>	Tel: <u>967 723 244</u>	PARAMETROS: <u></u>

Nº DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽¹⁾	PUNTO DE MONITOREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MANTEN ⁽²⁾	UBICACION UTM ⁽³⁾	Nº DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	DROG	DEC	Humedad	Conductividad	pH	Temperatura	OBSERVACIONES
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			D	V								
1	H-21-190	MC-CO2	21/08/21	12:00	AR	04 47597 0666748	X	-	1	X	X	X	X	X		
TOTAL							5									

RECIBIDO
31 AGO 2021

- (1) Campo exclusivo para el laboratorio.
- (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
- (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
- (4) AR(Agua Potable), AR(Agua Residual), AS(Agua Superficial), AT(Agua Subterránea), AM(Agua de Mar), AL(Agua Pluvial), ER(Efluente), VE(Ventilador), SE(Sedimentos), SV(Sarro Viejo), DP(Duplicado), DC(Disco de Cero).

DATOS	MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO	RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO	LABORATORIO – RECEPCION DE MUESTRAS									
NOMBRES Y APELLIDOS:	<u>443 Doris Nolas Caba</u>	<u></u>	<table border="1"> <tr> <td>MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS	SI	NO	TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO	SI	NO	MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS	SI	NO
MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS	SI	NO										
TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO	SI	NO										
MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS	SI	NO										
FIRMA:	<u>[Firma]</u>	<u>[Firma]</u>	<table border="1"> <tr> <td>CONSERVACION DE MUESTRAS</td> <td>FRIO</td> <td>AMBIENTE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>	CONSERVACION DE MUESTRAS	FRIO	AMBIENTE		X				
CONSERVACION DE MUESTRAS	FRIO	AMBIENTE										
	X											
OBSERVACIONES:	<u></u>	<u></u>	<u></u>									

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 6E1 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas – Huayucachi
 Cel.: 998300366 - 95600691 Email: ambiental.lnb@ambientallaboratorios.com.pe

Análisis de muestra compuesta 3



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-104-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: LUZ MARÍA NAHUI GALA. DIANA ACOSTA ROMERO.
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Santa Rosa psaje Zarumilla s/n Palian Jr. Moquegua 415 - Tarma
SOLICITADO POR	: DIANA ACOSTA ROMERO.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Efecto de la descarga de lixiviado del ex botadero el Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, 2021".
PROCEDENCIA	: Sector ex botadero el Edén – Yauris.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 092 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 3 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 26/08/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 26/08/2021 – 02/09/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
MC-003	M-21-185	0474547	8665768	26/08/2021	12:00	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23nd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23nd Ed.2017	Conductivity, Laboratory Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23nd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23nd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23nd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Hierro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Fe B, 23nd Ed.2017	Fe, Atomic Absorption Spectrometric Method.

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
 Luz María Nahui Gala
 JEFE DE LABORATORIO
 C.O.P. 9475912

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
 Cel.: 989995555 95699691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020



**LABORATORIO DE ENSAYOS
“AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”**

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-104-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
MC-003	pH	8.52	Unidad pH
	Conductividad Eléctrica	125.60	µS/cm
	Temperatura	14.3	°C
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	98.15	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	150.00	mg/L
	Hierro	8.920	mg/L

Huancayo, 03 de Setiembre del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
[Firma]
Dra. Evelyn M. Larrea Galvez
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 175912

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 2 de 2

	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C	CÓDIGO: LAB-FR-001
	CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - AGUA Y SUELO	VERSION: 01
		F.E: 12/2020

Cliente: Luz María Nohua Gallo	Lugar de muestreo: Sector Yauri, Ex hospital El Edén	N° de informe de envío: 10/DE-104-21
RUC: 72556726	Proyecto: Ejecuto de G. distribución de (limpido del ex hospital El Edén, en el sector Yauri, distrito de El Bosque, provincia de Huancayo, 2021.	de agua: N/As-096-2021
N° de cotización: 04/007-2021-019-1		
e-mail: luzmariagallo@gmail.com	Tel: _____	PARAMETROS: _____

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽¹⁾	PUNTO DE MONITOREO A CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MATRIZ ⁽²⁾	UBICACION UTM ⁽³⁾	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	DQO	DSO	Fe	Cadm(mol/L)	Pb	Mn	Observaciones
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V								
	11-21-183	MC-003	06-08-21	11:15	AR	24+1547 8 000 308	x									
TOTAL																

RECIBIDO
30 AGO 2021
HORA: 00:00
FIRMA: _____

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 Tomar las celdas de matriz UTM solamente en GPS.
 (3) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Saneada); AT(Agua Subterránea); AU(Agua de Mar; AU(Agua Pluvial); EF(Est. de); VE(Ventilador); SS(Solventes); DV(Domo Negro); DT(Dulces); CS(Casco de Cero).

DATOS	MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO	RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C	RECEPCION DE MUESTRAS
NOMBRES Y APELLIDOS:	Luz María Nohua Gallo	_____	_____	MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FIRMA:	<i>[Firma]</i>	_____	_____	TIPO DE RECIPENTE ADECUADO: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:	_____	_____	_____	MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
		Monitoreo por: _____	Cliente: <input checked="" type="checkbox"/>	CONSERVACION DE MUESTRAS: FRO: _____ AMBIENTE: _____

Oficina principal: Av. Ferrada N° 661 - Chica - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrada N° 5/N - Barrio Chanchas - Huancayo
 Tel: 988100668 - 956000531 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

Recibido 20/08/2021 10:56:00am

Análisis de muestra compuesta 4



LABORATORIO DE ENSAYOS “AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C”

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-105-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: LUZ MARÍA ÑAHUI GALA. DIANA ACOSTA ROMERO.
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Santa Rosa psaje Zaramilla s/n Paian Jr. Moquegua 415 - Tarma
SOLICITADO POR	: DIANA ACOSTA ROMERO.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Análisis de Agua Residual "Efecto de la descarga de lixiviado del ex botadero el Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito del Tambo, provincia de Huancayo, 2021".
PROCEDENCIA	: Sector ex botadero el Edén – Yauris.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS – 092 – 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 3 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 31/08/2021.
PERIODO DE ENSAYO	: 31/08/2021 – 07/09/2021.
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
MC-004	M-21-191	0474547	8665768	31/08/2021	12:10	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 23nd Ed.2017	pH Value. Electrometric Method.
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23nd Ed.2017	Conductivity, Laboratory Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23nd Ed.2017	Temperature, Laboratory and Field Methods
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23nd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23nd Ed.2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Hierro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Fe B, 23nd Ed.2017	Fe, Atomic Absorption Spectrometric Method.

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

 Ing. H. H. Lourdes Galarrza
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP N° 175902

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación.

Estos resultados 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.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
 Cel: 999996666 956000601 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

LAB-FR-004/ VERSIÓN 01/ F.E: 12/2020



**LABORATORIO DE ENSAYOS
"AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"**

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-105-21

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
MC-004	pH	8.76	Unidad pH
	Conductividad Eléctrica	105.40	µS/cm
	Temperatura	14.0	°C
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	85.22	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	144.30	mg/L
	Hierro	9.230	mg/L

Huancayo, 09 de Setiembre del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
Mig. Edwin H. Acuña de Galarza
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 175912

LAB-FR-004 / VERSIÓN 01 / F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su aduiteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Tel: 08999666 05600601 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C
CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO

CÓDIGO: LAB-FR-001
VERSION: 01
F.E: 12/2020

Ciente: <u>Dra. Patricia Acosta Parra Luján, Asesora Legal</u>	Lugar de muestreo: <u>Sector Yauco, Distrito de Tambo, Provincia de Huancayo</u>	N° de informe de ensayo: <u>AL/05-105-21</u>
RJC:	Proyecto: <u>Efecto de la demanda de líquidos del sistema de riego en el sector Yauco, distrito de Tambo, provincia de Huancayo</u>	N° de cotización: <u>AL/05-098-2021</u>
N° de cotización: <u>AL/05-2021-222-1</u>		
e-mail: <u>patricia.acosta@gmail.com</u>	Tel: <u>914302295</u>	PARAMETROS: <u></u>

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽¹⁾	PUNTO DE MONITOREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MÁTRIZ ⁽⁴⁾	UBICACIÓN UTM ⁽³⁾	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	pH	Temperatura del agua	DBO	DQO	Fenolo	Temperatura	OBSERVACIONES
			P	V												
1	AL-21-191	MC-004	31/08/21	12:10	AR	011144 E 263374 N	1	1	1L	X	X	X	X	X	X	
TOTAL																

RECIBIDO
04 SEP 2021
 HORA: 2:00 PM

- (1) Campo exclusivo para el laboratorio.
- (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
- (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
- (4) AR(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluentes); VE(Vertimientos); SE(Sedimentos); BV(Blanco Visual); DP(Duplicado); BC(Blanco de Campo).

DATOS	MUESTREO POR /ANALISTA DE CAMPO	RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO	LABORATORIO – RECEPCION DE MUESTRAS
NOMBRES Y APELLIDOS:	<u>Asesora Patricia Acosta Parra Luján</u>		MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS
FIRMA:	<u>[Firma]</u>		TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO
OBSERVACIONES:			MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS
			CONSERVACION DE MUESTRAS
			FRIG: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE: <u></u>

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril 5/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
 Cel.: 998990666 - 958000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

Análisis de muestra compuesta 5



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 155008 - 2021 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : DIANA CAROLINA ACOSTA ROMERO / LUZ MARÍA ÑAHUI GALA
DOMICILIO LEGAL : JR. MOQUEGUA # 425 - TARMA / JR. SANTA ROSA S/N - PALLAN HUANCAYO
SOLICITADO POR : DIANA CAROLINA ACOSTA ROMERO / LUZ MARÍA ÑAHUI GALA.
REFERENCIA : EFECTO DE LA DESCARGA DE LIXIVIADO DEL EX BOTADERO EL EDEN EN EL CUERPO DE AGUA ADYACENTE, SECTOR YAUROS, DISTRITO DE EL TAMBO, PROVINCIA DE HUANCAYO, 2021
PROCEDENCIA : EX BOTADERO EL EDÉN SECTOR YAUROS
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2021-09-13
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-09-13 AL 2021-09-18
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-09-11
MUESTREO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO.

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017, Conductivity, Laboratory Method	---	µS/cm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.	2.00 ^(a)	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017, Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O ₂ mg/L
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5400-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method.	---	Unid.pH
METALES TOTALES: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fosforo, Potasio, Selenio, Silicio (SiO ₂), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.7, Rev.4.4, EMMC Version / 1994, Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: limite de cuantificación.
 (a) Expresado como limite de detección del método.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	
Matriz analizada	Agua Residual	
Fecha de muestreo	2021-09-11	
Hora (h)	11:30	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	
Coordenadas	047454E	
Altitud (msnm)	8665768N	
Código del Cliente	3202	
Código del Laboratorio	MC-005	
	21091051	
Ensayo	Unidades	Resultados
Conductividad	µS/cm	156.10
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	129.00
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O ₂ mg/L	193.0
**pH	Unid. pH	8.24

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

**Resultado fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA por haber superado el tiempo de perecibilidad.

Marilú
Ing. Marilú Tello Patcar
 Director Técnico
 C.I.P. N° 210624
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS
 WORKING
 FOR YOU**

Cod.FI 002/Version: 09/FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.
 • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 155008 - 2021 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado			Agua Residual
Matriz analizada			Agua Residual
Fecha de muestreo			2021-09-11
Hora de inicio de muestreo (h)			11:30
Coordenadas			047454E
Altitud (msnm)			8665768N
Condiciones de la muestra			3202
Código del Cliente			Refrigerada/Preservada
Código del Laboratorio			MC-005
Código del Laboratorio			21091051
Ensayos	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Plata (Ag)	0.0008	mg/L	<0.0008
Aluminio (Al)	0.01	mg/L	0.30
Arsénico (As)	0.001	mg/L	0.147
Boro (B)	0.002	mg/L	1.427
Bario (Ba)	0.002	mg/L	0.258
Berilio (Be)	0.0003	mg/L	<0.0003
Calcio (Ca)	0.03	mg/L	199.92
Cadmio (Cd)	0.0005	mg/L	<0.0005
Cerio (Ce)	0.002	mg/L	0.003
Cobalto (Co)	0.0004	mg/L	0.0546
Cromo (Cr)	0.0005	mg/L	0.3476
Cobre (Cu)	0.0008	mg/L	0.1368
Hierro (Fe)	0.002	mg/L	9.038
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001
Potasio (K)	0.04	mg/L	>350
Litio (Li)	0.003	mg/L	0.118
Magnesio (Mg)	0.04	mg/L	79.93
Manganeso (Mn)	0.0005	mg/L	0.1342
Molibdeno (Mo)	0.002	mg/L	0.006
Sodio (Na)	0.02	mg/L	>350
Níquel (Ni)	0.0007	mg/L	0.1914
Fósforo (P)	0.003	mg/L	14.069
Plomo (Pb)	0.0005	mg/L	0.0138
Antimonio (Sb)	0.002	mg/L	0.018
Selenio (Se)	0.003	mg/L	0.006
Sílice (Si)	0.02	mg/L	24.19
Estaño (Sn)	0.001	mg/L	0.032
Estroncio (Sr)	0.001	mg/L	0.995
Titanio (Ti)	0.0003	mg/L	0.1894
Talio (Tl)	0.003	mg/L	<0.003
Vanadio (V)	0.0006	mg/L	0.0587
Zinc (Zn)	0.003	mg/L	0.293

L.D.M.: límite de detección del método.

Ing. Marilú Tello Paucar
 Director Técnico
 C.I.P. N° 219624
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Lima, 23 de Setiembre del 2021.

EXPERTS
 WORKING
 FOR YOU

Cod.FI 002/Version 09/LE.:09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 2



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR: 005
 Versión: 06
 F.E: 11/2019
 Página: de

Cliente: Diana Carolina Acosta Romero Contacto: Lili Anselmo De la Cruz E-mail: lilim@combielab.com Telef.(s) 956000691
 Lugar: Ex Botadero El Eden - Avaris Empresa: - Planta: - Proyecto: -
 Carta/Cotización: 2021-09VI-9-1 MUESTREO POR SAG MUESTREO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO o CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU				ANALISIS DE LABORATORIO				N° Informe:	
	FECHA	HORA		PH	Conductiv	DRDS	DRLO	FB	CODIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES			
<u>HC-005</u>	<u>11/09/20</u>	<u>11:30</u>	<u>Agua Residual</u>					<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>21091051</u>	

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES
RECIBIDO
 13 SEP 2021
 RECEPCION DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo: _____
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Diana Carolina Acosta Romero Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: Ag
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: Luz Maria Nahu Gala Firma(s): [Firma] Día/Hora: 7:40

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224. **OTORGA** el presente certificado de Renovación a:

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, departamento de Lima.
Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 25 de marzo de 2021

Fecha de Vencimiento: 24 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU
20600263015.scdf
Fecha: 2021-03-26 14:44:02
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0135-2021-INACAL
Contrato N° : N° 012-2021/INACAL-DA
Registro N° : LE-047

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditador al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver: 02

Anexo 05

Certificado de calibración de equipos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA
CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración
LA-623-2021



Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
- 2 Dirección : Av. Ferrocarril N° 661 - Chica - Huancayo.
- 3 Datos del Instrumento
- | | | | |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de Conductividad | . N° de serie del Instrumento | : 02100025991 |
| . Marca | : HANNA Instruments | . N° de serie de sensor | : 02264N |
| . Modelo | : HI 99301 | . Intervalo de Indicación. | : 0,00 mS/cm a 20,00 mS/cm |
| . Identificación | : EQ-002-LAB * | . Resolución | : 0,01mS/cm |
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2021-09-15
- 6 Método de calibración:

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INECCOPI.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	23,2	52,0
Final	23,4	52,7

8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 99.7 uS/cm	GGP-S-04.79	CC20952	2022-03-10
MRC 1412 uS/cm	GGP-S-05.76	CC20818	2022-02-10
MRC 9992 uS/cm	GGP-S-07.73	CC20466	2021-11-05

9 Resultados de medición

Indicación del Instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
0.11 mS/cm	0.10 mS/cm	0.01 mS/cm	0.003 mS/cm
1.52 mS/cm	1.41 mS/cm	0.11 mS/cm	0.005 mS/cm
9.99 mS/cm	9.99 mS/cm	0.00 mS/cm	0.05 mS/cm

10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
* Dato proporcionado por el usuario.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEN.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.
- Se prohíbe toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.



Fecha de Emisión

2021-09-16

Isaias Curi Melgarejo
ISAIAS CURÍ MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VISIÓN ELECTRÓNICA (FORMA DIGITAL). VERIFICAR EN: 2316117 DE FRAMAS Y CERTIFICACION DIGITAL PG

PG-[LC-FR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo

Central: 560-8134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE CELTO SANEAMIENTO CONFORME A LEY"



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración
LA-621-2021



Pág. 1 de 1

1 Cliente : AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
2 Dirección : Av. Ferrocarril N° 661 - Chica - Huancayo.

3 Datos del Instrumento

. Instrumento de medición : Termómetro digital* . N° de serie del instrumento : J0072757
. Marca : HANNA Instruments . N° de serie de sensor : No indica
. Modelo : HI 83141 . Intervalo de indicación : 0,0 °C a 100,0 °C
. Identificación : EQ-001-LAB ** . Resolución : 0,1 °C

4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 Fecha de calibración : 2021-09-15

6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	21,7	53,4
Final	22,1	53,1

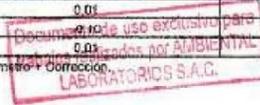
8 Trazabilidad

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-26	LT-204-2021 INACAL/DM	2023-08-13
	GSP-TD-01	LT-076-2021 INACAL/DM	2022-05-29

9 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbres (°C)
10,01	10,0	0,01	0,16
15,00	15,1	0,10	0,16
25,01	25,0	0,01	0,16

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.



10 Observaciones

- a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 4 cm
- b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
- * La calibración del termómetro digital se realizó en el pH metro.
- ** Dato proporcionado por el usuario.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carean de validez.
- Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.



Fecha de Emisión
2021-09-16

Isaias Curi Melgarejo
ISAÍAS CURÍ MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY*

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL. EN USO DE TECNOLOGÍA DIGITAL. SÍGUESE LEY N° 27269 (LEY DE FIRMAS Y EMPLEOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración
LA-622-2021



- 1 Cliente : AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
- 2 Dirección : Av. Ferrocarril N° 661 - Chica - Huancayo.
- 3 Datos del Instrumento
 - . Instrumento de medición : pH metro
 - . Marca : HANNA instruments
 - . Modelo : HI 83141
 - . Identificación : EQ-001-LAB *
 - . N° de serie del instrumento : J0072757
 - . N° de serie del sensor : 0408053N
 - . Intervalo de Indicación : 0.00 pH a 14.00 pH
 - . Resolución : 0.01 pH
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2021-09-15
- 6 Método de calibración.

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	22,5	61,4
Final	23,2	61,8

8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01 63	CC703884	2022-12-01
MRC pH 7	GGP-S-02 62	CC706583	2022-12-21
MRC pH 10	GGP-S-03 64	CC703617	2022-11-30

9 Resultados de medición

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
3,99	4,003	-0,013	0,015
7,00	7,005	-0,005	0,015
10,00	10,012	-0,012	0,015

Documento de exclusión para trabajos realizados en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de correlación calculado es: 1,0000
- * Dato proporcionado por el usuario.

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.



Fecha de emisión
2021-09-16

Isaias Curi Melgarejo
ISAIAS CURÍ MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

TEL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY*

- 1 **Cliente** : AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
- 2 **Dirección** : Av. Ferrocarril N° 881 - Chilca - Huancayo.
- 3 **Datos del Instrumento** :
- | | |
|--|--|
| .Instrumento de Medición : Medidor de Oxígeno
.Marca : LT Lutron
.Modelo : DO-5510HA
.Identificación : EQ-005-LAB * | .N° de serie del Instrumento : AK13718
.N° de serie del sensor : No indica
.Alcance : 0,00 mg/L a 20,00 mg/L
.Resolución : 0,1 mg/L |
|--|--|
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2021-09-16
- 6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-05 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto - Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%H.R.)	Presión (mbar)
Inicial	24,9	61,1	998,4
Final	25,1	63,3	995,5

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.31	14299	2022-03-19
Barómetro	GGP-02	P-0225-2021	2022-01-18

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,0	0,0	0,0	0,0
8,1	8,2		

Documento de uso exclusivo para trabajos realizados por AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
- b) El número 10-01 se encuentra grabado en el sensor.
- * Dato proporcionado por el usuario.

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez. La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medición" primera edición, septiembre 2008 CEM.



Fecha de emisión

2021-09-16


ISAIAS CURI MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C

Anexo 06

Plan de muestreo

PLAN DE MUESTREO PARA LIXIVIADOS DEL EX BOTADERO EL EDÉN
<p>1. Datos generales:</p> <p>1.1. Objetivo del muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none">• Colectar muestras representativas de lixiviados proveniente del ex botadero El Edén para su previo análisis in situ o en el laboratorio correspondiente.• Cuantificar la DBO₅, DQO, hierro, temperatura y potencial de hidrogeno (pH).• Realizar un previo estudio del lugar de la toma de muestras, los materiales y reactivos a utilizar, numero de muestras a tomar. <p>1.2. Resumen de estudios previos:</p> <p>En el año 2014, la Municipalidad Distrital de El Tambo y a la Municipalidad Provincial de Huancayo fue denunciado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) ante la Contraloría General de la República y Ministerio Público por la mala disposición final de residuos sólidos en los botaderos “El Edén y Agua de las Vírgenes”. El botadero “El Edén” está ubicada en la intersección del río Shullcas y el río Mantaro en la cual se disponía aproximadamente 100 toneladas de residuos sólidos diarios sin un previo control ni tratamiento. En la supervisión el OEFA indicó que el botadero representa riesgo potencial para la salud de la población del sector Yauris y el ambiente en especial para los cuerpos de agua adyacente, los ríos “Mantaro y Shullcas” (1). Pese al plan de cierre efectuando en el año 2016 (2) hoy en día se observa lixiviados alrededor del botadero, las cuales son trasportados al cuerpo de agua adyacente a través de la precipitación pluvial representados efectos negativos.</p>
<p>2. Planeación y procedimiento del muestreo:</p> <p>2.1. Tipos de muestras:</p> <p>El tipo de muestras elegido es compuesta, debido que se tomara la muestra al mismo tiempo y en el mismo lugar obteniendo una muestra representativa la cual luego se homogenizará en un recipiente.</p> <p>2.2. Localización, distribución y número de puntos de muestreo:</p> <p>Ver 3.3.2 (Muestra)</p> <p>2.3. Estimación del número total de muestras:</p> <p>La cantidad de muestras dependerá a los parámetros a analizar.</p>

2.4. Parámetros de campo:

Para la medición de los parámetros de campo se realizará tomando una muestra por cada punto de muestreo del lixiviado utilizando una jarra limpia (previamente enjuagada) llenando directamente a los frascos de plástico.

2.5. Equipo de muestreo de lixiviados

El equipo a utilizar para la toma de muestras será el GPS, tiras indicadoras de pH.

2.6. Medidas para asegurar la calidad del muestreo

Para mayor seguridad se encintará la tapa para evitar cualquier derrame de líquido, cumpliendo con los requisitos técnicos establecidos en el protocolo.

Documentación de los formatos, cadena de custodia y etiquetas de las muestras con los datos de campo sin ninguna variación en la descripción.

2.7. Preservación de las muestras

Una vez tomada la muestra de lixiviados, se añadirá agentes preservantes requeridos de acuerdo a lo estipulado en “**Recomendaciones para muestreo y preservación de muestras**” y en el “**Protocolo para toma de muestras de aguas residuales**” (61).

Ya realizado la preservación de la muestra recolectada, se cerrará herméticamente los frascos y se colocara en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada, para ello se dispondrá de preservantes de temperatura (Ice pack, entre otros).

Entre los conservantes considerados se tiene para hierro agregar 20 gotas de ácido nítrico y para DQO 20 gotas de ácido sulfúrico.

2.8. Tipo de recipientes y volumen de las muestras:

El recipiente para las muestras que se utilizara son los recipientes de plástico que no contienen los teflonados ya que estos liberan sustancias de plástico alterando la composición de la muestra.

2.9. Plan de salud y seguridad del operario

Se utilizará los EPP's básicos (mascarilla, guantes quirúrgicos, cofia)

2.10. Plan de cadena de custodia

Para la confiabilidad de la muestra y trazabilidad de la misma se seguirá el control de las muestras:

- Etiquetas: se pegará en los frascos antes del muestreo con etiquetas adhesivas conteniendo la siguiente información:

- Fecha
- Hora
- Lugar
- Tipo de muestra
- Responsable
- Solicitante
- Formato de toma de muestras: la cadena de custodia contiene la información necesaria para identificar las condiciones de la muestra, incluyendo la siguiente información:
 - Sitio de muestreo
 - Identificación de la muestra
 - Parámetros a analizar
 - Firma del recolector responsable
 - Fecha y hora
 - Coordenadas UTM
 - Cantidad de muestra.
 - Código

2.11. Localización geográfica del sitio (UTM WGS 84) y Delimitación de las áreas de interés de muestreo:

Ver Anexo 03.

3. Cronograma de actividades

	17/08/21	21/08/21	26/08/21	31/08/21	11/09/21
Identificación de puntos de muestreo Toma de muestras en campo N°01					
Toma de muestras en campo N°02					
Toma de muestras en campo N°03					
Toma de muestras en campo N°04					
Toma de muestras en campo N°05					