

2.9%

Fecha: 2023-10-02 19:57 UTC

* Todas las fuentes 13 | Fuentes de internet 7 | Documentos propios 6

- [0]  "12. Tesis _Fertilizantes y Cereales.pdf" fechado del 2023-10-02
0.4% 8 resultados

- [1]  "Abanto y Huaccha II.pdf" fechado del 2023-07-26
0.2% 7 resultados

- [2]  "8. Aymituma y Verastegui.pdf" fechado del 2023-09-29
0.2% 10 resultados

- [3]  "Ñontol y Zafra II.pdf" fechado del 2023-07-26
0.2% 6 resultados

- [4]  www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5617899&fecha=10/05/2021
0.5% 5 resultados

- [5]  repositorio.ulasamericas.edu.pe/bitstream/handle/upa/1533/MILLA_PALOMINO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
0.5% 4 resultados

- [6]  www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos
0.5% 1 resultados

- [7]  "11. Rosell y Velasquez.pdf" fechado del 2023-10-02
0.0% 2 resultados

- [8]  "2. tesis concluida Word (4).pdf" fechado del 2023-10-02
0.1% 3 resultados

- [9]  sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles
0.3% 3 resultados

- [10]  sinia.minam.gob.pe/normas/niveles-maximos-permisibles-elementos-compuestos-presentes-emisiones
0.2% 2 resultados

- [11]  support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-a-critical-value/
0.1% 1 resultados

- [12]  [context.reverso.net/translation/spanish-english/resultado mediante](http://context.reverso.net/translation/spanish-english/resultado+mediante)
0.1% 1 resultados
 1 documento con coincidencias exactas

43 páginas, 6405 palabras

Nivel del plagio: 2.9% seleccionado / 4.9% en total

36 resultados de 14 fuentes, de ellos 8 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios*

Sensibilidad: *Media*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --

^[1] UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

TESIS

CARACTERIZACIÓN METÁLICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS LIXIVIADOS
DEL RELLENO SANITARIO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2023.

Bach. Cabanillas Valencia, Milagros del Pilar

Bach. Mosqueira Boñon, Rocio del Pilar

Asesor:

^[1]
Dr. Persi Vera Zelada

Cajamarca – Perú

Marzo – 2023

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

CARACTERIZACIÓN METÁLICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS LIXIVIADOS
DEL RELLENO SANITARIO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2023.

^[0] Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título
Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos

Bach. Cabanillas Valencia, Milagros del Pilar

Bach. Mosqueira Boñon, Roció del Pilar

Asesor:

^[1] Dr. Vera Zelada Persi

Cajamarca - Perú

2023

COPYRIGHT © 2023 by

Milagros del Pilar Cabanillas Valencia

Roció del Pilar Mosqueira Boñon

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL

CARACTERIZACIÓN METÁLICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS LIXIVIADOS

DEL RELLENO SANITARIO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2023.

Presidente: Dr. Miguel Ángel Arango Llantoy_____

Secretario: Mag. Alcibíades Aurelio Martos Díaz

Vocal: Dr. Persi Vera Zelada

Asesor: Dr. Persi Vera Zelada

DEDICATORIA

A:

Esta tesis es dedicada a nuestros padres; por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por todo el amor que ellos nos dan. A mis queridos maestros, quienes en todo este tiempo inculcaron sus saberes para ser unos buenos profesionales.

Milagros Cabanillas y Roció Boñon

AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud en primer lugar va dirigida a

Dios por la vida, salud y todas las bendiciones.

Gracias queridos padres, por estar siempre a nuestro lado, por todo su apoyo, por habernos brindado una educación y por habernos permitido ser profesionales.

Agradecer al asesor el Dr. Persi Vera Zelada, por todo su tiempo brindado y por sus consejos. Muchas gracias.

^[7]▶
Milagros Cabanillas y Roció Boñon

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general determinar las características metálicas y microbiológicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023.

La metodología de investigación es de descriptivo -transversal, tiene como finalidad evaluar las concentraciones metálicas y microbiológicas en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca en una serie temporal, es de tipo cuantitativo y aplicada, debido a que los datos obtenidos y su análisis numérico proviene de la medición, y la aplicación tecnológica respectivamente. Los resultados serán presentados de manera cuantitativa, productos del análisis estadístico pertinente.

^[9]▶ La contratación de la hipótesis mediante la prueba T Student para muestras independientes, donde al ser comparados con los establecido en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos, los resultados del análisis estadístico muestra suficiente evidencia estadística que el estadístico de prueba t ($t = 1,1206$), se ubica en la región de aceptación de la H_0 . Además, el p -valor α ($0,278 > 0,05$), lo que ratifica la aceptación de la H_0 .

Palabras claves: lixiviados, concentración metales y microbiológica.

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the metallic and microbiological characteristics of the leachates from the Los Baños del Inca landfill, 2023.

The research methodology is descriptive - longitudinal, its purpose is to evaluate the metallic and microbiological concentrations in the leachates of the Baños del Inca sanitary landfill in a time series, it is quantitative and applied, because the data obtained and its numerical analysis comes from the measurement and technological application, respectively. The results will be presented in a quantitative manner, products of the pertinent statistical analysis.

The contracting of the hypothesis by means of the T Student test for independent samples, where when compared with those established in Supreme Decree N° -2009-MINAM, of Maximum Permissible Limits (MPL) for effluents from solid waste infrastructure, the results of the statistical analysis show sufficient statistical evidence that the t-test statistic ($t = 1.1206$), is located in the region of acceptance of the H_0 . In addition, the p-value α ($0.278 > 0.05$), which ratifies the acceptance of H_0 .

Key words: leachate, metal and microbiological concentration.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. ^[2] DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	9
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3. OBJETIVOS	10
1.4. ^[2] JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	13
2.2. BASES TEÓRICAS	16
2.2.1. Lixiviado	16
2.2.2. Parámetro de metales totales en lixiviados	17
2.2.3. Salud pública	17
2.2.4. Parámetros microbiológicos de los lixiviados	18
2.2.5. Parámetros metálicos de los lixiviados	18
2.2.6. ^[4] Demanda Química de Oxígeno (DQO)	20

2.2.7. ^[4] Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	20
2.3. ^[2] DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	21
2.4. BASE LEGAL.....	22
2.5. ^[2] HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.6. ^[2] OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	24
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	24
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.....	25
3.1. ^[2] UNIDAD DE ANÁLISIS, UNIVERSO Y MUESTRA.....	25
3.1.1. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	25
3.1.2. UNIVERSO.....	25
3.1.3. MUESTRA.....	25
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.4. INSTRUMENTOS.....	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES.....	45
5. LISTA DE REFERENCIAS.....	46
6. ANEXOS.....	49

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA RESIDUOS SÓLIDOS	19
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	24
TABLA 3 CONCENTRACIONES DE LOS PARÁMETROS METÁLICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN ÉPOCA DE ESTIAJE.....	30
TABLA 4 CONCENTRACIONES DE LOS PARÁMETROS METÁLICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN ÉPOCA DE CRECIDA	32
TABLA 5 RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE CASOS	35
TABLA 6 DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS.....	36
TABLA 7 PRUEBA DE NORMALIDAD	37
TABLA 8 PRUEBA T PARA DOS MUESTRAS SUPONIENDO VARIANZAS DIFERENTES.....	40

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

^{[3] ▶} 1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la realidad problemática

La creciente interdependencia de la economía mundial, junto con una creciente producción y una complejidad cada vez mayor de los desechos en todo el mundo, puede conducir a los países hacia la gestión y operaciones de disposición de los desechos inadecuadas, y podría llegar a un punto en que los costos relacionados sean tales que la economía y los servicios públicos sean incapaces de mantener el ritmo.

Es necesario contar con políticas integrales para mantener un desarrollo económico sostenible a través del reciclaje, la recuperación, el reúso y otras operaciones destinadas a reducir tanto el uso de recursos naturales como las cantidades de desechos, ya que es inevitable que algunas entradas de recursos para la producción industrial sean devueltas al medio ambiente como residuos, y podrían ser peligrosos. Un tema crítico es cómo revertir las tendencias actuales de generación de desechos, lo que requerirá un gran nivel de compromiso para minimizar tanto los volúmenes generados como los niveles de riesgo. Además, el reciclaje inadecuado conlleva un mayor riesgo de contaminación y exposición humana a las sustancias tóxicas. El reciclaje también puede ser mal utilizado como una fachada para operaciones criminales.

El crecimiento de la población mundial ha generado problemas ambientales, tanto en la gran demanda y sobre explotación de recursos naturales y su respectiva transformación termina en la generación de grandes volúmenes de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental señala que el Perú es uno de los países más afectados por la contaminación por residuos sólidos, cuyas fuentes son hogares, parques, mercados, instituciones educativas, industria y residuos hospitalarios, etc.

Lo antes descrito plantea problemas de justicia ambiental y social, ya que las personas más afectadas por tales prácticas precarias son generalmente los pobres que viven y trabajan en zonas adyacentes a los sitios de disposición de desechos.

El relleno sanitario de Los Baños del Inca, genera problemas de salud pública y salud ambiental debido a la gestión de los lixiviados generados; los cuales representan contaminantes que al no recibir un manejo adecuado puede causar daños a aguas superficiales, subterráneas, suelo y ecosistemas aledaños.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las características metálicas y microbiológicas de los lixiviados

del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023?

1.3. Objetivos:

Objetivo general:

Determinar las características metálicas y microbiológicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023.

Objetivos específicos:

- Cuantificar las concentraciones metálicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023.
- Cuantificar las concentraciones microbiológicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023.
- Comparar los resultados obtenidos con lo establecido en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.

^[5]▶ 1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación cuenta con una justificación inherente, pues la

serie de problemas que generan los lixiviados no tratados al ambiente son en muchos casos irreversibles, afectando así a la salud ambiental y la salud pública.

^[8]▶ Actualmente el deterioro ambiental, causado por las actividades industriales, agroindustriales y el crecimiento demográfico, pone a la sociedad actual en una situación en la que es necesario replantear tanto los procesos de producción, como los materiales y sustancias utilizadas para la solución de diferentes problemáticas ambientales (Bravo, 2017, ^[6]▶ pág. 11)

El Banco Mundial, señala que la población de América Latina y el Caribe

generan 231 millones de toneladas de desechos al año, de los cuales más de la mitad son residuos de alimentos, los que representa alrededor del 27% de residuos sólidos, son estos factores los que originan cambios climáticos, es por

ello que existen inundaciones, enfermedades, océanos contaminados y mucho más, siendo un impacto devastador para el mundo.

La importancia de la presente investigación radica en que nos brindará las características metálicas y microbiológicas de los lixiviados para que las autoridades de la capital del distrito de Los Baños del Inca, tomen acciones pertinentes para una adecuada gestión de dichos contaminantes y así proteger la salud pública y salud ambiental.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Fundamentos teóricos de la investigación

2.1. Antecedentes teóricos

Köfalusi y Aguilar (2006) en su investigación referida a los impactos de

la descomposición de residuos sólidos que produce la ciudad de Distrito Federal de México en octubre del 2016, manifiesta que los procesos que se dan por la descomposición de dichos lixiviados (residuos sólidos urbanos), producen un líquido llamado lixiviado, el cual contiene una gran cantidad de materia orgánica y está compuesto por metales pesados.

Giraldo (1997), en su investigación sobre el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios, menciona que las pozas, tienen una abundante presencia de patógenos, sustancias tóxicas, metales pesados y residuos orgánicos. Se observó que para la remoción del DBO, se afecta por la baja eliminación de los metales pesados, como el hierro que actúa como un agente complejante, es por ello que la situación de los rellenos sanitarios del Perú, debe ser un asunto preocupante, actualmente se encuentran registrados al Ministerio del Ambiente, un total de 34 plantas y aún no ha sido establecido una norma (Eca para lixiviados) que regule la calidad y características, para su posterior descarga a cuerpos de agua natural.

Ramón, Ramón y Niño (2016), referido a contaminación de acuíferos con residuos sólidos en el relleno sanitario en Bucaramanga Colombia, en la que se concluyó que la contaminación fisicoquímica, de acuíferos por lixiviados permite

extraer las siguientes conclusiones: La contaminación se realizó a una profundidad de 14 m bajo el nivel del agua, por cargas tóxicas. Se encontró en las aguas subterráneas de los pozos, arsénico, lo cual es una gran preocupación, porque envenena gradualmente, durante 5 a 20 años, causando, cáncer de piel, cáncer de vejiga y de riñones.

^[4]▶ Alvis (2015), realiza la evaluación del sistema de tratamiento de lixiviados en un Recinto Municipal en Barcelona, en el cual concluyó que la estación depuradora de Aguas Residuales (PTAR) no funcionaba correctamente, lo que generaba una discrepancia en la eficiencia de desaparición de TSS (Sólidos Totales en Suspensión). Los valores de DBO y DQO en la infraestructura de disposición final se redujeron en un promedio de 52% y 29%.

^[4]▶ Polo y Guevara (2015), su investigación referida a acuíferos afectados por contaminación de lixiviados, del sistema de tratamiento de desechos sólidos del municipio Libertador estado Carabobo, concluyó que la estación depuradora de aguas residuales (PTAR) no funcionaba correctamente, lo que generaba una diferencia, en la eficiencia de eliminación de TSS (Sólidos Totales en Suspensión). Membrana formada por una capa "microporosa" que retiene las partículas presentes en la solución y facilita el flujo del agua, excluye las bacterias patógenas entre un 85% y 95% de sólidos inorgánicos. También remueve otras sustancias diluidas con elevadas concentraciones de sales como Na, Ca, B, Fe, Cl⁻, SO₄⁻², NO₃⁻ y HCO₃⁻; Los valores de DBO y DQO, de aguas residuales se redujeron en un promedio de 52% y 29%. Se concluyó que las aguas subterráneas fueron contaminadas por actividades geotécnicas, dicha

contaminación se evidencia en los pozos ubicados aguas abajo, con elevadas concentraciones de Manganeseo y aluminio, el hierro se encontró elevado en los pozos aguas arriba, se evidencia presencia de sulfuro de hidrógeno y coliformes fecales por lo que determinan contaminación por lixiviados en Guásima.

Sánchez (2018), realizó su estudio sobre el análisis de lixiviados en las plantas de tratamiento de Carhuashjirca, en la cual se concluye, que los (LMP) del Decreto Supremo N°- 2009 – Minan, son superados en los parámetros químicos y microbiológicos, estos lixiviados son altamente tóxicos para la quebrada Vientojirca, lo cual traerá daños al medio ambiente y la salud de los pobladores.

Chucos (2018), en su investigación sobre las consecuencias ambientales del manejo de lixiviados, en un botadero en el lugar denominado “El Porvenir”, en el componente físico que en forma general representa un 62% de impacto, siendo el más afectado entre los tres componentes, la alteración de la calidad del suelo, con un valor de importancia de -71%, por lo que se determina que existe alteraciones significativas al medio ambiente, por la generación de lixiviados, los cuales no son tratados para mitigar sus riesgos socio ambientales.

Gallardo y Pichén (2019), en su estudio referente a la Evaluación sobre el tratamiento que se da a las aguas de residuos sólidos en la planta de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca; en dicho estudio pudieron determinar que los valores de DBO5 y DQO, se encuentran elevadas concentraciones de carga tóxica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Lixiviado

Los lixiviados son líquido, producto del agua que entra en contacto

con restos enterrados, reuniendo sustancias que originalmente estaban dentro del residuo, por lo que termina contaminada (Giraldo, 1997).

La mayoría de los lixiviados contienen compuestos orgánicos, metales pesados, microorganismos causantes de enfermedades, agentes de limpieza, nitrógeno, fósforo, que en conjunto causan daños al habita de los seres vivos, por lo tanto, a la salud pública, por lo que se requiere una evaluación óptima durante la limpieza (Velasco y Chapa, 2015). La calidad de los lixiviados en los países con elevada economía, no es la misma que en los países menos desarrollados, se puede decir que la concentración de DQO, DBO, amoníaco, metales y sedimentos en el material líquido de los rellenos sanitarios en los países pobres, es mucho mayor que en países en desarrollo, con procesos más limpios alta tecnología. La cantidad de lixiviado, donde se vean afectados los sistemas de infiltración y drenaje, impermeabilización, provocará la contaminación del suelo, aguas subterráneas y superficiales (Giraldo, 1997). En algunos casos, los lixiviados contienen cantidades significativas de compuestos orgánicos volátiles (COV) en forma disuelta. Muchos de estos compuestos son tan tóxicos que su liberación puede causar daños permanentes a la salud de los seres humanos, se dividen en tres grupos: Compuestos especialmente peligrosos: benceno,

cloruro de vinilo y 1,2-dicloroetano. Compuestos de clase A: compuestos que pueden causar daños significativos al ambiente, tales como: acetaldehído, anilina, tricloroetileno, etc. Compuestos clase B: menor impacto ambiental, de estos, la acetona y el etanol pertenecen a este grupo.

2.2.2. Parámetro de metales totales en lixiviados

Existen muchos contenidos de los lixiviados, los cuales cuya

existencia causan daños a todos los espacios del ambiente, entre ellos encontramos a los metales tóxicos, que tienen efectos devastadores sobre la salud de los ecosistemas y la salud pública (Díaz & Palcon, 2020).

2.2.3. Salud pública

En el Perú, el Ministerio del Medio Ambiente informa que las

plantas de disposición final de residuos sólidos en lugares inadecuados ponen en peligro a la población, por la presencia de microorganismos, vectores y animales e insectos (moscas, ratas y cucarachas). Puede propagar enfermedades y empeorar la salud, desde una simple diarrea hasta una fiebre tifoidea severa, u otras enfermedades más graves. Alimentar al ganado (cerdos, vacas, cabras y aves) en los vertederos es otro peligro para la salud pública, ya que estos desechos a menudo se mezclan, con desechos infecciosos. El personal que clasifica los residuos sólidos, de los rellenos sanitarios enfrenta los mayores riesgos para la salud, ya que trabaja sin medidas de seguridad y sufre principalmente enfermedades gastrointestinales, microbiológicas o virales, además de

lesiones graves en las manos, ojos e infecciones respiratorias. La quema indiscriminada en estas áreas degrada la calidad del aire junto con el olor desagradable que provocan las emisiones gaseosas, provenientes de la descomposición de residuos orgánicos en los residuos sólidos (salud, 2004).

2.2.4. Parámetros microbiológicos de los lixiviados

Para Sánchez CC, las amenazas para la salud más común, asociada

con el consumo de agua potable, son las enfermedades producidas por bacterias, virus y parásitos, hay varios tipos de patógenos que pueden transmitirse a través del agua potable contaminada. Los cambios en la gama de patógenos dependen de variables como el aumento de todos los seres vivos, el mayor uso de aguas residuales, los cambios en conducta de la población o las intervenciones médicas, la migración y los viajes de la población. Presiones de población y selección que favorecen la aparición de patógenos nuevos o mutantes o recombinantes de patógenos existentes (Sánchez, 2017).

2.2.5. Parámetros metálicos de los lixiviados

Díaz & Palcon (2020), existen muchos factores, los cuales causan

daños a los ecosistemas, entre ellos encontramos a los metales pesados, los cuales son generados por la minería, agricultura, industria y residuos urbanos, este estudio detalla que puede contaminarse más de 200 millones de metros cúbicos diarios, los metales causan muchos daños a los

animales y plantas, debido a que se encuentran elevadas concentraciones en suelos, ríos y quebradas.

En nuestro país, existe normativa vigente relacionada a los límites máximos permisibles (LMP), para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos con el propósito de control ambiental, pues para el caso de la presente investigación el impacto de los lixiviados está relacionado con la contaminación de los cuerpos de agua, suelo, biodiversidad acuática y edáfica, además del riesgo a la salud pública.

Tabla 1

Límites máximos permisibles para residuos sólidos

Parámetros	Unidad	LMP
I Generales		
1 Potencial de hidrógeno pH		7,5
2 Sólidos suspendidos totales	mg/L	30
II Orgánicos		
3 DBO ₅	mg O ₂ /L	20
4 DQO	mg O ₂ /L	120
5 Hidrocarburos totales de petróleo		
III Inorgánicos		
6 Arsénico (As)	mg/L	0,1
7 Cadmio (Cd)	mg/L	0,1
8 Cobre (Cu)	mg/L	0,5
9 Cromo (Cr)	mg/L	0,1
10 Hierro (Fe)	mg/L	2
11 Mercurio (Hg)	mg/L	0,01
12 Plomo (Pb)	mg/L	0,5
13 Zinc (Zn)	mg/L	0,5
IV Biológico		
14 Coliformes totales	NMP/100 mL	1 000

Decreto supremo N°-2009-MINAM

2.2.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El DQO es otro parámetro que mide la cantidad de materia

susceptible de oxidación química contenida en el agua. En esta medida se sustituyen los microorganismos oxidantes por un poderoso agente químico como el dicromato de potasio (DQO - Cr) o el permanganato de potasio (DQO - Mn) en medio ácido. La ventaja de este método es una oxidación rápida y da una idea cuantitativa de la cantidad de sustancias susceptibles de oxidación que existen en el agua, inorgánicas u orgánicas. El resultado se expresa en mg O₂ /L, representando la cantidad de oxígeno equivalente al oxidante químico utilizado en la determinación (Orozco et al. 2004 citado por Alvarez, 2019, pág. 17).

2.2.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ es un parámetro relacionado como aporte de la materia

orgánica, mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación es en base a la oxidación natural de degradación. Asimismo, como antecedente se puede mencionar que, en los monitoreos de calidad del agua de las cuencas hidrográficas del Perú, se han encontrado presencia de este parámetro cuyas concentraciones superan los ECA- Agua. (ANA, 2017, pág. 11)

Orozco et al. (2004) citado por Alvarez (2019), señalan que los valores elevados de DBO₅ indican una alta concentración de materia orgánica biodegradable. Además, reportan algunos valores de la DBO₅ en diferentes muestras de aguas:

- Agua limpia: DBO₅ 3 mg O₂ /L
- Limpieza intermedia: DBO₅ 3 - 5 mg O₂ /L
- Agua contaminada: DBO₅ 8 mg O₂ /L
- Residuos urbanos: DBO₅ 100 - 400 mg O₂ /L
- Industria alimentaria: DBO₅ hasta 10000 mg O₂ /L

^[0]▶ 2.3. Definición de términos básicos

- **Relleno sanitario.** Según DIGESA, un relleno sanitario es una planta de tratamiento de disposición final, debidamente equipada, permite la disposición sanitaria y ambiental segura de los residuos sólidos.^[4]▶ Es una tecnología para la disposición final de residuos sólidos en el suelo, utilizando principios de ingeniería para confinar los residuos en áreas previamente equipadas, con equipos para controlar y gestionar las emisiones (líquidas y gaseosas), para descomponer la materia orgánica, contenida en los lixiviados (MINSa, 2009).
- **Relleno sanitario manual.** Utiliza herramientas simples como rastrillos y compactadores manuales para esparcir, compactar y cubrir los desechos, el volumen diario de manejo de desechos no superaría las 20 toneladas. (Jaramillo, 2002)

- Residuos sólidos. Según el INEI los residuos Sólidos son todos los materiales que ya cumplieron con su trabajo, ya no son útiles y son eliminados, como papel y cartón, vidrio, cerámica, chatarra, madera, plástico, cuero, textiles, etc.(INEI, 2018).

2.4. Base legal

- Ley N° 28611 - Ley General del Medio Ambiente en Perú. En esta Ley se norma procesos relacionados a las aguas residuales, también a su vez establece a los ciudadanos derechos y deberes al medio ambiente, la cual garantiza lugares saludables, equilibrados para desarrollar nuestras actividades.

^[9]▶ - **Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM – Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes** de infraestructuras de residuos sólidos. ^[2]▶ En este Decreto Supremo se establecen los límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos **con el fin de mitigar los efectos negativos que** pueden causar en el ambiente, específicamente en contaminación de cuerpos de agua, además de riesgos **a la salud**.

- Ley N° 27314: Ley general de residuos sólidos. ^[10]▶ Con fecha 23-12-2016, se aprobó el **Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos**, la misma que establece la derogatoria de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos, a partir de la entrada en vigencia de su Reglamento.

^[10]▶ - **Decreto Legislativo N° 1278**. Dicho decreto se encarga de verificar los procesos actividades y sus operaciones, las cuales se dan en sus gestiones y manejos de residuos sólidos, también acá se incluye las diferentes fuentes

donde son generados, a la vez determinan sus traslados y los lugares apropiados para su disposición final.

- Decreto Supremo No 014-2017-MINAM, Reglamento de la Ley de Gestión de Residuos Sólido. El presente dispositivo normativo tiene como objeto reglamentar el Decreto Legislativo No 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, a fin de asegurar a maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos.

2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- H1: Las concentraciones metálicas y microbiológicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023; cumplen, es decir, no superan las concentraciones establecidas en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.
- H0: Las concentraciones metálicas y microbiológicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023; no cumplen, es decir, superan las concentraciones establecidas en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 2

Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variable	Definición	Indicador (es)	Instrumento
Independiente	Concentración metálica y microbiológica	Carga metálica y microbiológica presente en los lixiviados	mg/L y NMP	mg/L
Dependiente	Decreto Supremo N° - 2009-MINAM	Norma vigente que regula los efluentes de infraestructuras de residuos sólidos	mg/L y NMP	rpm

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: ^[0]▶ MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3. Estrategias metodológicas

^[0]▶ 3.1. Unidad de análisis, universo y muestra

3.1.1. Unidad de análisis

Lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca.

3.1.2. Universo

Lixiviados de rellenos sanitarios

3.1.3. Muestra

Volumen necesario de lixiviados para la realización de las pruebas de

laboratorio con el propósito de evaluar las concentraciones metálicas y microbiológicas.

3.2. Métodos de investigación

La presente investigación es descriptiva - longitudinal, tiene como

finalidad evaluar las concentraciones metálicas y microbiológicas en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca en una serie temporal, teniendo en cuenta que se está utilizando conocimientos pre existentes; es de tipo cuantitativo y aplicada, debido a que los datos obtenidos y su análisis numérico proviene de la medición, y la aplicación tecnológica respectivamente.

El diseño de la investigación está enfocada en evaluar y cuantificar las concentraciones metálicas y microbiológicas en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca. Por consiguiente, los datos obtenidos serán analizados estadísticamente, además de compararlos con las concentraciones

establecidas en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos

En cuanto a la temporalidad de la investigación, será de tipo

longitudinal, debido a que se realizará la recolección de datos en diferentes momentos.

El esquema propuesto es el siguiente:

M - O1 - O2

Donde:

M = Representaría el objeto de estudio, es decir, los lixiviados del relleno

sanitario de Los Baños del Inca.

O1 = Se refiere a una primera medición de los parámetros metálicos y microbiológicos.

O2 = Se refiere a una segunda medición de los parámetros metálicos y microbiológicos.

3.3. Técnicas de investigación

- Reconocimiento del lugar de muestreo.
- Toma de muestras y rotulado.
- Almacenamiento, conservación y transporte de muestras.
- Comparación entre los resultados de cada ensayo, con las concentraciones establecidas en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.

La toma de muestras se realizará de acuerdo a lo planteado en el documento INS- ANA-R-I_y_E-ENV.10 de la empresa SGS del Perú SAC, el cual sirve como instrumento para los monitoreos de agua, dicha herramienta se encuentra basada en documentos internacionales el Standar Methods for the examination of wáter and wastewater, donde se recomienda métodos y procesos, cantidades, volúmenes, materiales, preservantes, tiempo perecible para su análisis etc., para los análisis en agua, estas actividades se realizados con elevados estándares de calidad los cuáles certifican que los resultados sean óptimos.

Las muestras fueron tomadas cumpliendo con los estándares de calidad necesarios, utilizando materiales de primer uso y así evitar alteraciones en los resultados, cada muestra fue tomada de acuerdo al método de ensayo por el cual fueron analizadas.

Análisis y resultados de las muestras lixiviadas tomadas de la infraestructura de tratamiento y disposición final, fue realizada en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, el cual renovó su acreditación el año 2017, en la ISO/IEC 17025 del Laboratorio.

Para el análisis de metales totales se realizó con el método EPA - 200.8, se utilizó un frasco de plástico de alta resistencia que tenga la capacidad de 200 mL, dicha muestra fue preservada con ácido nítrico HNO₃ 1:1 pH 2 (añadir aprox. 0.3mL o 6gotas).

Para la identificación y cuantificación de Coliformes Totales, Termotolerantes y E. coli Por el Método Del NMP, se usó 01 frasco estéril de vidrio de 500 mL, se realiza con la técnica de tubos múltiples, para lo cual se efectúa con volúmenes decrecientes de la muestra, dichos tubos son inoculados en un medio de cultivo (Caldo Lauril Triptosa y añadir 0,01 g/L de púrpura de bromocresol.), la combinación de los resultados positivos y negativos es usada en la determinación del Número Más Probable (NMP) según tablas especiales.

3.4. Instrumentos

a. Materiales de laboratorio:

- Epps.
- 02 cadenas de custodia.
- 01 brazo telescópico.
- 01 Coolers.
- 05 unidades de Ice pack.
- Preservante de solución buffer $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$.
- Preservante de H_2SO_4 .
- Preservante de NaOH 1N.
- 02 frascos de plástico de alta densidad transparentes de 1 litro.
- 01 frasco estériles de vidrio de 500 mL.
- 01 frasco de plástico de alta densidad de 250 mL.
- 01 frasco de plástico de alta densidad de 500 litro.
- 01 frasco de vidrio color ámbar de boca ancha de 1 litro.

b. Materiales de campo:

- Mascarillas quirúrgicas.
- Guantes quirúrgicos.
- Baldes.
- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de apuntes.
- Guardapolvo.

CAPÍTULO IV:^[0] RESULTADOS Y DISCUSIÓN

^[3] ▶ 4. Presentación de Resultados

Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron las mediciones de las concentraciones de los parámetros metálicos y microbiológicos de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023. Se recogieron muestras en dos épocas: estiaje y crecida.

Posteriormente, con los datos obtenidos se realizó la comparación con lo establecido en el D.S. N° -2009-MINAM - Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.

4.1. Parámetros: concentración metálica y microbiológica 8508

Tabla 3

Concentraciones de los parámetros metálicos y microbiológicos en época de estiaje

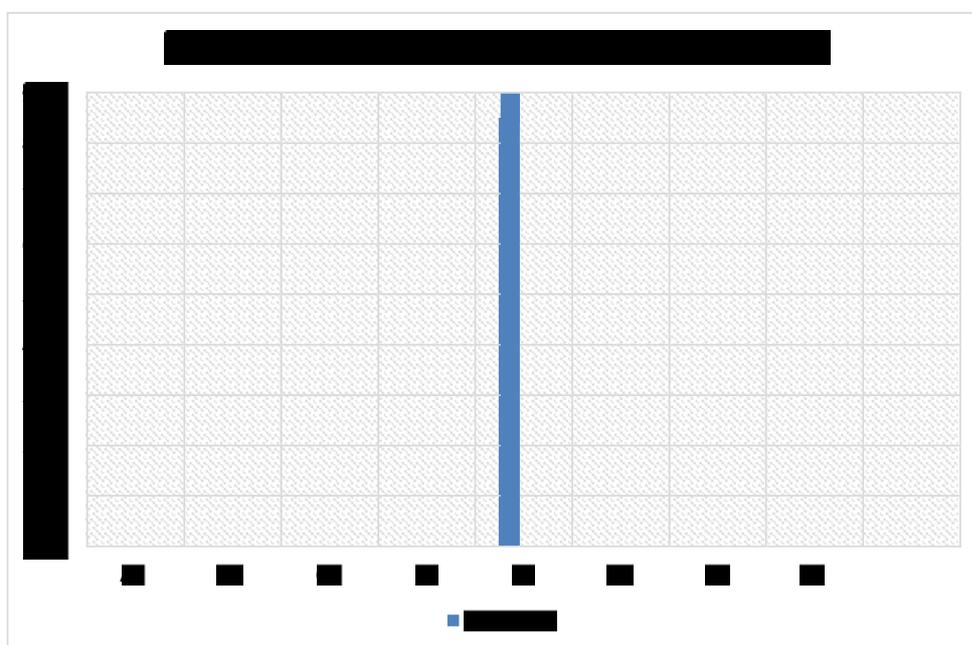
Parámetros	Unidad	Resultado EE	LMP
Arsénico	mg/L	0,079	0,1
Cadmio	mg/L	0,002	0,1
Cobre	mg/L	LCM	0,5
Cromo	mg/L	0,459	0,1
Hierro	mg/L	8,499	2
Mercurio	mg/L	LCM	0,01
Plomo	mg/L	0,010	0,5
Zinc	mg/L	0,423	0,5
Coliformes totales	NMP/100 mL	54000	1000

En la tabla 3 se presenta los valores obtenidos tanto para los parámetros metálicos y microbiológicos contenidos en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023 en época de estiaje. Donde, claramente se evidencia que el

chromo (0,459 mg/L) y el hierro (8,499 mg/L), al igual que la concentración de coliformes totales (54000 NMP/100 mL) superan las concentraciones establecidas por el D.S. N° -2009-MINAM - Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.

Figura 1

Concentración metálica de los lixiviados y los LMP - época de estiaje



Con el propósito de un mejor entendimiento de las magnitudes en las concentraciones metálicas presente en los lixiviados, la figura 1 muestra los datos de la tabla 3, que presenta los valores obtenidos tanto para los parámetros metálicos y microbiológicos contenidos en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023 en época de estiaje.

Tabla 4

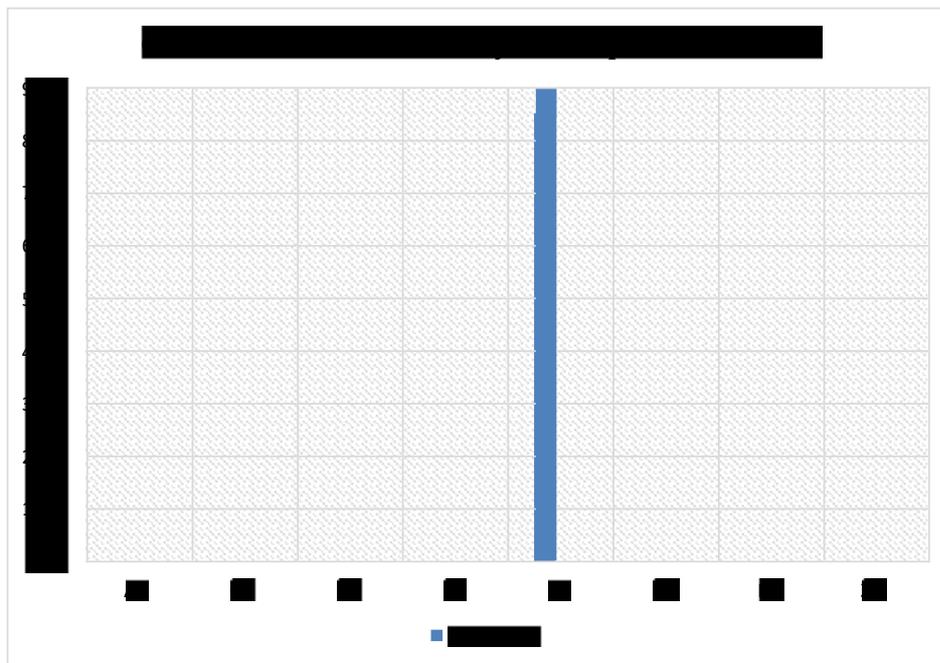
Concentraciones de los parámetros metálicos y microbiológicos en época de crecida

Parámetros	Unidad	Resultado EE	LMP
Arsénico	mg/L	0,082	0,1
Cadmio	mg/L	0,002	0,1
Cobre	mg/L	LCM	0,5
Cromo	mg/L	0,481	0,1
Hierro	mg/L	8,518	2
Mercurio	mg/L	LCM	0,01
Plomo	mg/L	0,016	0,5
Zinc	mg/L	0,501	0,5
Coliformes totales	NMP/100 mL	80000	1000

En la tabla 4 se presenta los valores obtenidos tanto para los parámetros metálicos y microbiológicos contenidos en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023 en época de crecida. Donde, claramente se evidencia que el cromo (0,481 mg/L) y el hierro (8,518 mg/L), al igual que la concentración de coliformes totales (80000 NMP/100 mL) superan las concentraciones establecidas por el D.S. N° -2009-MINAM - Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes de infraestructuras de residuos sólidos.

Figura 2

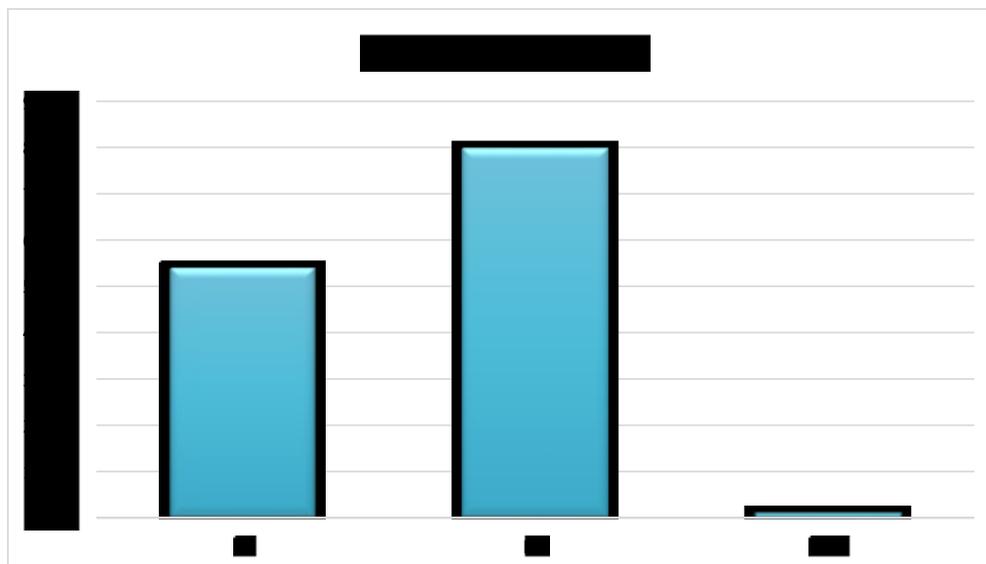
Concentración metálica de los lixiviados y los LMP - época de crecida



Con el propósito de un mejor entendimiento de las magnitudes en las concentraciones metálicas presente en los lixiviados, la figura 2 muestra los datos de la tabla 4, que presenta los valores obtenidos tanto para los parámetros metálicos y microbiológicos contenidos en los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023 en época de crecida.

Figura 3

NMP de coliformes totales en los lixiviados en EE y EA



En la figura 3, se presentan los valores indicados de las en las tablas 3 y 4, en

relación al NMP/100 mL de coliformes totales presentes en los lixiviados del relleno sanitario en Los Baños del Inca.

Análisis estadístico:

En cumplimiento de los protocolos formales de un análisis estadístico, iniciaremos con los descriptivos, prueba de normalidad y la prueba de contrastación de hipótesis.

Tabla 5

Resumen del procesamiento de casos

	LMP	Válidos		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
P001	,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	,10	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	,50	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	2,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	1000,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%

La tabla 5 muestra que no existe datos perdidos, consecuentemente los casos son válidos en la estación P001 de los parámetros de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023; de tal manera que no existen datos perdidos.

Tabla 6

Descriptivos estadísticos

		Descriptivos ^{a,b,c}				
	LMP		Estadístico	Error típ.		
P001	,10	Media	,0430	,02261		
			Límite inferior	-,0543		
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite superior	,1403		
		Media recortada al 5%		.		
		Mediana		,0470		
		Varianza		,002		
		Desv. típ.		,03915		
		Mínimo		,00		
		Máximo		,08		
		Rango		,08		
		Amplitud intercuartil		.		
		Asimetría		-,455	1,225	
		Curtosis		.	.	
			,50	Media	,1600	,15109
				Límite inferior	-,4901	
		Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite superior	,8101	
		Media recortada al 5%			.	
Mediana		,0180				
Varianza		,068				
Desv. típ.		,26169				
Mínimo		,00				
Máximo		,46				
Rango		,46				
Amplitud intercuartil		.				
Asimetría		1,723	1,225			
Curtosis		.	.			

a. P001 es una constante cuando LMP = ,00 y se ha desestimado.

b. P001 es una constante cuando LMP = 2,00 y se ha desestimado.

c. P001 es una constante cuando LMP = 1000,00 y se ha desestimado.

La tabla 6 presenta datos descriptivos del obtenidos del análisis estadístico de la muestra obtenida en la estación P001 y los valores indicados en los LMP, de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023; como media, mediana, varianza, desviación típica, etc.

Tabla 7

Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad^{a,c,d}

LMP	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig. ^[5]	Estadístico	gl	Sig.	
P001	,10	,207	3	.	,992	3	,831
	,50	,373	3	.	,779	3	,066

- a. P001 es una constante cuando LMP = ,00 y se ha desestimado.
- b. Corrección de la significación de Lilliefors
- c. P001 es una constante cuando LMP = 2,00 y se ha desestimado.
- d. P001 es una constante cuando LMP = 1000,00 y se ha desestimado.

La tabla 7 muestra el resultado de la prueba de normalidad, donde el grado de significancia (Sig.), es decir, el p valor es mayor que 0,05 ($p > 0,05$); lo que indica que los datos siguen una distribución normal, por lo tanto, se tiene que aplicar pruebas estadísticas paramétricas, y por el número de muestras sometidas al análisis (de 50) se considera la prueba de Shapiro - Wilk.

Contrastación de hipótesis:

De acuerdo al propósito de la presente investigación y a los resultados de la prueba de normalidad, la contrastación de hipótesis se realizó mediante la prueba T de Student para muestras independientes; pues el propósito es determinar la existencia significativa entre las medias (promedios), de P001 y LMP.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Promedio para los datos obtenidos (\bar{X}_1) y los valores de los ECA – B1 (\bar{X}_2).

$$\bar{X}_1 = 8389,9011$$

$$\bar{X}_2 = 111,5344$$

Elementos de cada grupo de análisis:

$$n_1 = 9$$

$$n_2 = 9$$

Cálculo de varianzas:

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Varianza de los datos obtenidos (S_1^2) y los valores de los ECA – B1 (S_2^2).

$$= 490985075,8222 S_1^2$$

$$= 111005,67738 S_2^2$$

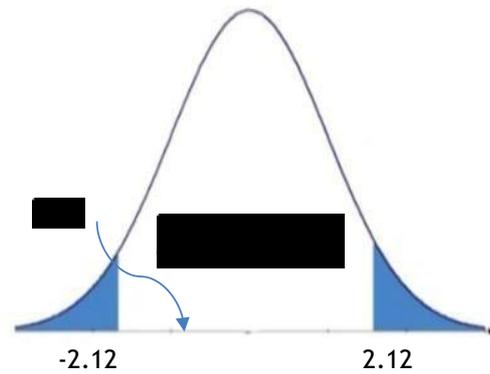
$$\text{Varianza común:} = 24554840,74826 S^2$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_1} + \frac{S_c^2}{n_2}}}$$

$$t = 1,1206827$$

$$gl = (n_1 + n_2 - 2) = 16$$



Nivel de significancia (α)

$$\alpha = 0,05 = 5\%$$

Cálculo del valor crítico:

$$t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right), (n_1+n_2-2)} = 2,119905$$

Para comprobar lo planteado anteriormente, se obtiene el p-valor que es la probabilidad asignada al estadístico de prueba $t(1,1206)$, obteniendo:

$$p\text{-valor} = 0,278$$

Y por teoría si el p-valor $\alpha \rightarrow$ se rechaza la H_0

Por lo tanto: $0,278 > 0,05$ por lo que no es posible rechazar la H_0 , sino ACEPTARLA.^[12]►

Además, presentamos la tabla siguiente **que es el resultado mediante la aplicación** del módulo de análisis de datos de Microsoft Excel, con el propósito de comprobar los resultados obtenidos en el análisis realizado:

Tabla 8

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas diferentes

	DATOS	ECA-B1
Media	8389.901111111111	111.5344444
Varianza	490985075.82286	111005.6736777
Observaciones	9	9
Varianza agrupada	4455717.116	
Diferencia hipotética de las medias	1	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	1.120682728	
P(T =t) una cola	0.147467479	
Valor crítico de t (una cola)	1.859548038	
P(T =t) dos colas	0.2278963	
Valor crítico de t (dos colas)	2.11990517	

Interpretación:^[11] Los resultados del análisis estadístico muestra suficiente evidencia estadística **que el estadístico de prueba t** ($t = 1,1206$), se ubica en la **región de aceptación de la H_0** . Además, el p-valor α ($0,278 > 0,05$), lo que ratifica la aceptación de la H_0 , es decir, que las concentraciones metálicas y microbiológicas de los lixiviados del relleno sanitario de Los Baños del Inca, 2023; no cumplen, es decir, superan las concentraciones establecidas en el Decreto Supremo N° -2009-MINAM, de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de infraestructuras de residuos sólidos