

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Evaluación ambiental del botadero municipal Rayhuana mediante la
Metodología Eviave, distrito de Huayllay, provincia y departamento de
Pasco-2020**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Anneth Maylee BRICEÑO RONDÓN

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

**Evaluación ambiental del botadero municipal Rayhuana mediante la
Metodología Eviave, distrito de Huayllay, provincia y departamento de
Pasco -2020**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETAS SANCHEZ
MIEMBRO

Mg. Jesús Marino GOMEZ MIGUEL
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE REVISIÓN

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
BRICEÑO RONDON ANNETH MAYLEE

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Ambiental

Tipo de trabajo
Tesis

Intitulado
**EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL BOTADERO
RAYHUANA MEDIANTE LA
METODOLOGÍA EVIAVE, DISTRITO DE
HUAYLLAY, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
PASCO -2020**

Apellidos y nombres del Asesor
Dr. PACHECO PEÑA Luis Aberto

Indice de similitud
15%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software antiplagio.

Cerro de Pasco, 23 de noviembre del 2022



Firmado digitalmente por ALANIA
RICALDI Pit Frank FAU 20154605046
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.03.2025 11:26:28 -05:00

Documento firmado digitalmente
Por Pit Frank ALANIA RICALDI
Director(e)
Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería

2024506154-2

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres; Gabriel y Elsa, por ser quienes me motivaron a seguir luchando por mis metas, por su apoyo incondicional día a día.

A Dios por guiarme, guardarme y proveer cuando más lo necesite en el transcurso de estos 05 años.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco en primera instancia a Dios por permitirme llegar hasta aquí y poder lograr una de mis tan anheladas metas y sentir su presencia en todo momento.
- A mi padre por darme fuerzas en todo momento, por ser mi guía y consejero en todo momento en el periodo universitario.
- A mi madre por motivarme a continuar con cada de uno de mis metas, por ayudarme en los momentos más difíciles que nos tocó vivir durante este tiempo.
- A mis profesores de la Universidad, por todos los conocimientos impartidos durante mis estudios.
- A la Universidad Daniel Alcides Carrión, por darme la oportunidad de concluir mi etapa de pregrado.

Gracias.

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de Huayllay donde existe un alto grado de contaminación ambiental en el área que ocupa el botadero municipal Rayhuana, durante la temporada de lluvia presenta fuentes de agua, ocasionando problemas de infiltración al botadero y esto genera mayor cantidad de lixiviados y desestabiliza el terreno y en las zonas aledañas a este, causando el deterioro del medio ambiente y problemas a la salud pública, producto del inadecuado manejo de los residuos sólidos, deficiente gestión municipal para la disposición final de residuos sólidos e inapropiadas prácticas de la población.

Diversos países a nivel mundial han implementado el proceso de Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) para las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, con la finalidad de prevenir, controlar y minimizar los impactos negativos generados.

La metodología de diagnóstico ambiental de vertederos de residuos urbanos denominada EVIAVE modificado propuesta por Garrido (2008) como resultado de una investigación desarrollada en la Universidad de Granada (España) para determinar la afección ambiental de los vertederos.

La presente investigación ha tenido como objetivo principal la aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales de vertederos (EVIAVE) modificado de acuerdo al marco técnico legal del Perú en el botadero de Rayhuana.

El botadero Rayhuayna es clasificado como un botadero de alto impacto ambiental (IMV 17.33) de acuerdo a la evaluación ambiental por la metodología EVIAVE modificado.

Siendo las variables del botadero con mayor riesgo de impacto sobre los elementos del medio la compactación, cobertura final, tipo de residuo, control de

lixiviados, asentamiento de residuos, cobertura diaria, talud, tamaño de vertedero, control de gases, estado de caminos internos y sistema de drenaje superficial colindantes a la zona e expuestos a las crecidas de la quebrada Huachhuacocha. Así mismo el orden de impacto ambiental en los elementos del medio, de mayor a menor, es el siguiente: salud y sociedad, atmósfera, aguas superficiales, suelo y aguas subterráneas. Así mismo es categorizado de alto y muy alto riesgo de acuerdo a las metodologías CONAM por la prioridad de clausura y según el marco legal numeral 122.1 del artículo 122 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos es la Recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales.

Palabras claves: Metodología EVIAVE, Evaluación Ambiental, Plan de Recuperación de Áreas de Residuos Sólidos municipales.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the town of Huayllay where there is a high degree of environmental contamination in the area occupied by the Rayhuana municipal dump. During the rainy season there are water sources, causing problems of infiltration into the dump, which generates a greater amount of leachate and destabilizes the land and surrounding areas, causing environmental deterioration and public health problems as a result of inadequate solid waste management, poor municipal management for the final disposal of solid waste and inappropriate practices of the population.

Several countries around the world have implemented the Environmental Impact Assessment (EIA) process for solid waste disposal infrastructures in order to prevent, control and minimize the negative impacts generated.

The methodology for environmental diagnosis of urban waste landfills, called EVIAVE, was modified and proposed by Garrido (2008) as a result of research carried out at the University of Granada (Spain) to determine the environmental impact of landfills.

The main objective of this research was to apply the modified environmental impact assessment methodology for landfills (EVIACE) according to the Peruvian legal technical framework at the Rayhuana landfill.

The Rayhuana landfill is classified as a high environmental impact landfill (IMV 17.33) according to the environmental assessment by the modified EVIAVE methodology.

The landfill variables with the highest risk of impact on environmental elements are compaction, final cover, type of waste, leachate control, waste settlement, daily cover, slope, landfill size, gas control, condition of internal roads and surface drainage system adjacent to the area and exposed to flooding from the Huachhuacocha stream.

The order of environmental impact on the elements of the environment, from highest to lowest, is as follows: health and society, atmosphere, surface water, soil, and groundwater. It is also categorized as high and very high risk according to CONAM methodologies for the priority of closure and according to the legal framework numeral 122.1 of Article 122 of the Regulations of Legislative Decree No. 1278, Law of Integrated Solid Waste Management is the Recovery of areas degraded by municipal solid waste.

Keywords: EVIAVE Methodology, Environmental Assessment, Municipal Solid Waste Area Recovery Plan.

PRESENTACIÓN

En cumplimiento del mandato previsto del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, me permito presentar a vuestra consideración esta Tesis titulada **“EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL BOTADERO MUNICIPAL RAYHUANA MEDIANTE LA METODOLOGÍA EVIAVE, DISTRITO DE HUAYLLAY, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PASCO - 2020”**, con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Las razones por el cual he elegido la presente investigación es analizar la relación entre la dinámica del botadero municipal Rayhuana y su influencia sobre los diferentes elementos del medio, para lo cual formula una serie de índices ambientales dirigidos a cuantificar el impacto ambiental de los puntos de vertido (Índice de interacción Medio–Vertedero, Índice de Riesgo de Ambiental, Valor Ambiental, Probabilidad de Contaminación.). Ha sido desarrollada dentro del contexto social y el DL 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. A partir de ello, finalmente se planteó una propuesta de Plan de Recuperación de Área Degradada por residuos sólidos municipales plan de cierre y recuperación ambiental considerando lo siguiente: las características del área degradada, las actividades de recuperación, las medidas para la gestión de riesgos y respuesta a los eventuales accidentes, las acciones de monitoreo y vigilancia, las acciones para el cierre definitivo de la celda transitoria (en caso corresponda), entre otros aspectos considerados por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Esta investigación promueve su aplicación a otros ámbitos territoriales, con características socioeconómicas diferentes, supone únicamente la revisión de aquellas variables o descriptores ambientales que puedan verse afectados, por lo que su adaptación es sencilla.

La Tesista

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

PRESENTACIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
--------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.2. Bases teóricas - científicas	12
2.2.1. Residuos sólidos	12
2.2.2. Gestión Integral de los residuos sólidos	13
2.2.3. Etapas de la gestión integral de residuos sólidos	14
2.2.4. Situación del Manejo de Residuos Sólidos en el Perú	16
2.2.5. Impactos generados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos....	17
2.2.6. Infraestructura de disposición final de residuos sólidos domiciliarios	19
2.2.7. Metodología de diagnóstico ambiental para vertederos	25
2.2.8. Áreas degradadas por residuos sólidos municipales	28
2.2.9. Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos	28
2.3. Definición de términos conceptuales	29

2.4. Enfoque filosófico - epistémico	31
--	----

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	33
3.2. Nivel de investigación.....	34
3.3. Característica de la investigación.....	34
3.4. Métodos de investigación.....	34
3.5. Diseño de la investigación	35
3.6. Procedimiento del muestreo.....	36
3.6.1. Población.....	36
3.6.2. Muestra.....	36
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
3.8.1. Variables de vertedero.....	41
3.8.2. Cuantificación de variables de vertedero	44
3.8.3. Descriptores ambientales	45
3.8.4. Valor Ambiental Modificado	48
3.8.5. Probabilidad de Contaminación	49
3.8.6. Riesgo Ambiental Modificado	51
3.8.7. Índice de interacción medio-vertedero modificado.....	52
3.9. Orientación ética	55

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados	57
4.1.1. Descripción del trabajo de campo	57

4.1.2. Metodología CONAM	60
4.1.3. Metodología EVIAVE	66
4.1.4. Comparación de resultados de la aplicación de las metodologías CONAM y EVIAVE modificado.....	75
4.1.5. Propuesta de Plan de Recuperación de Áreas Degradas por Residuos Sólidos Municipales	76
4.1.6. Prueba de hipótesis.....	78
4.2. Discusión de resultados.....	79

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables que afectan a cada uno de los elementos del medio seleccionados por la metodología EVIAVE	43
Tabla 2: Clasificación de las variables según su relación.....	44
Tabla 3: Índice de Riesgo de Contaminación de cada variable	45
Tabla 4: Descriptores ambientales de la metodología EVIAVE	46
Tabla 5: Clasificación y valoración de los descriptores ambientales	47
Tabla 6: Cálculo de los valores ambientales para cada elemento del medio.....	48
Tabla 7: Clasificación de los valores ambientales para cada elemento del medio	49
Tabla 8: Valores máximos y mínimos del Índice de Riesgo de Contaminación.....	50
Tabla 9: Clasificación de las Probabilidades de Contaminación.....	51
Tabla 10: Clasificación del Índice de Riesgo Ambiental para cada elemento del medio	52
Tabla 11: Clasificación del Índice de Interacción Medio Vertedero.....	54
Tabla 12: Volumen y área requerida para el Plan de Recuperación de Área Degrada por Residuos Solidos	59
Tabla 13: Evaluación del botadero Rayhuana según la prioridad de clausura	61
Tabla 14: Evaluación del botadero Rayhuana según los impactos.....	64
Tabla 15: Clasificación y Ponderación.....	67
Tabla 16: Probabilidad de Contaminación (Pbc) para cada elemento del medio en el botadero de Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE	68
Tabla 17: Valores ambientales para cada uno de los elementos del medio del Botadero Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE.....	71
Tabla 18: Índice de Riesgo Ambiental (IRA) para cada elemento del medio, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE en el Botadero Rayhuana.....	72

Tabla 19: Índice de Interacción Medio Vertedero (IMV) para el Botadero de Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE.....	74
Tabla 20: Comparación de resultados del botadero Rayhuayna por metodologías de evaluación.....	75
Tabla 21: Análisis de Varianza.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Probabilidad de contaminación debido a la ubicación y probabilidad de contaminación debido al diseño y explotación para el Botadero Rayhuana	70
Gráfico 2: Valores ambientales para cada uno de los elementos del medio del Botadero Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE.....	71
Gráfico 3: Índice de Riesgo Ambiental para cada elemento del medio para cada elemento del medio, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE en el Botadero de Rayhuana	73
Gráfico 4: Comparación de resultados de evaluación ambiental del botadero Rayhuayna	75

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El OEFA en el Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales identificó 1585 botaderos a nivel nacional, con una afectación de 1 907 hectáreas aproximadamente. Los impactos generados por áreas degradadas por residuos sólidos municipales son: Generación de focos infecciosos; Generación de malos olores; Riesgos de afectación a la salud y Riesgo de afectación al ambiente. Así mismo el Minam menciona que se generan 20,541.0t/día de los cuales el 46% son dispuestos en rellenos autorizados y el 54% son dispuestos en botaderos (11,092.0t/día). Sin embargo, a pesar de que contamos con mayores ingresos económicos, no se ha invertido oportunamente en reducir la generación de basura, ni tampoco la contaminación de suelos, ríos y mares por su mala disposición. Una paradoja si tenemos en cuenta que debemos alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030.

El botadero de Rayhuana ubicado al lado sur de la ciudad de Huayllay recibe en un volumen aproximado de 35 toneladas semanalmente de residuos sólidos, provenientes de del ámbito del distrito, en este punto de vertido se disponen además de residuos domiciliarios, residuos hospitalarios y de las actividades de construcción, lo cual pone

en riesgo la salud de las personas y la calidad de los componentes ambientales. Los impactos ambientales ocasionados por el botadero se han agravado debido al inadecuado diseño de las infraestructuras y la falta de tratamiento de los lixiviados y de los gases generados.

La presente Tesis **“EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL BOTADERO MUNICIPAL RAYHUANA MEDIANTE LA METODOLOGÍA EVIAVE, DISTRITO DE HUAYLLAY, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PASCO - 2020”** tiene como objetivo principal la aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales de vertederos (EVIACE) en el botadero de Rayhuana y además, elaborar el diagnóstico de la situación actual del botadero para plantear alternativas de solución para la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales o Programa de Reconversion con la finalidad de adecuación para efectos que operen como infraestructuras. (Art. 66 D. Leg. 1278)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- **Cloquell-Ballester (2006)** propone una herramienta esencial para solventar problemas de localización en procesos de toma de decisión basándose tanto en la cuantificación de los impactos ambientales como sociales. El principal problema de la cuantificación estriba en el establecimiento de instrumentos apropiados, a los que se les ha denominado indicadores, y que se intenta tengan un nivel de objetividad lo más alto posible. Para mejorar la calidad de este tipo de estudios los autores desarrollaron una metodología para la validación de indicadores. Finalmente, la metodología propuesta se sometió a un test que demostró la viabilidad de la propuesta.
- **Charnprathee et al. (1997)** utilizaron los SIG para la ubicación de vertederos, para lo cual aplicaron una metodología que se desarrolló en dos pasos: la identificación y selección inicial de potenciales

lugares de ubicación, a través de búsquedas preliminares, con la finalidad de excluir áreas inadecuadas para localización de vertederos; y la evaluación y valoración ambiental de los lugares seleccionados en la fase anterior. En este estudio se utilizaron bases de datos digitalizadas (O'Leary et al., 1986) así como la aplicación del análisis estadístico de datos (Anderson y Greenberg 1982).

- **Kao et al. (1996)** desarrolló un prototipo de SIG con la finalidad de mejorar la efectividad de un complejo procedimiento de ubicación geográfica del vertedero. Las técnicas GIS proporcionaron las funciones de análisis adecuadas para aplicar esta metodología, incluyendo multitud de aspectos tales como la compactación óptima de un área de vertido.

Se elaboró un modelo en el que la información estaba disponible para el público en general, existía asistencia de agencias locales de protección ambiental en el mantenimiento del GIS, se facilitaba el manejo central de la protección ambiental, e incluso de procesos de instrucción y evaluación del emplazamiento. El análisis del emplazamiento se diseñó con un mapa de análisis computacional que proporciona el procesamiento de datos. La interface multimedia estaba disponible 24 horas, e incluso con acceso remoto al sistema a través de Internet. Esta capacidad permitió que un usuario sin herramientas pudiese utilizar el sistema, evitando así los costes de instalación y el entrenamiento necesario para su manejo. Se consiguió la evaluación de aspectos ambientales, sociales, económicos e ingenieriles para la sostenibilidad del lugar de vertido elegido.

- **García (2004)** ha utilizado los estudios realizados por Martín – Ramos (2003) para desarrollar una aplicación informática a estudios de impacto ambiental (AIEIA) que son utilizados en proyectos de vertederos de residuos urbanos. De este modo se involucra el proceso de EsIA con la toma de decisiones multicriterio difusa a través del mencionado programa informático. El sistema define diferentes expresiones que se adaptan a cada proyecto, con la finalidad de determinar la importancia del impacto o, si se desea, se pueden usar modos diferentes de calcular la importancia de acuerdo con la información disponible, permitiendo diferentes grados de exactitud. Los aspectos más importantes de esta AIEIA se resumen en los siguientes aspectos:
 - Permite crear un número ilimitado de EIA de los proyectos.
 - Los factores ambientales y las acciones del proyecto se organizan mediante dendogramas de decisión de un número indeterminado de niveles.
 - Las variables que intervienen en cada etapa de evaluación se representan mediante la teoría de conjuntos difusos.
- **Calvo (2003)** utilizó los criterios establecidos por MIMBU (2000) en el Estudio de Localización de Vertederos de la Quinta Región de Valparaíso, para la clasificación de la variable, estableciendo para ello tres niveles. Sin embargo, se ha considerado, que tal y como indica Villalobos (1991), sería necesario incluir en dicha clasificación, no solo las distancias, sino también referencia a la densidad de población. En base a los criterios mencionados en la

bibliografía antes indicada, y teniendo en cuenta que se considerará alta densidad de población si se superan los 10.000 habitantes/km² (Diputación de Granada e Instituto Geo Minero de España, 2000), se establece una nueva clasificación que queda tal y como se recoge en la Tabla 4.26. En esta clasificación se establece un perímetro de protección alrededor de los núcleos de 3 Km. ya que es la distancia más utilizada en las metodologías y estudios anteriores; a partir de él se establecen el resto de los intervalos.

- **Paolini Méndez (2007)** “Validación de la Metodología EVIAVE en vertederos en Venezuela. Análisis y Propuesta de Soluciones”, la investigación en primer lugar se llevó a cabo el estudio de la metodología EVIAVE, para posteriormente adaptar la clasificación de las variables y descriptores ambientales al marco legal y características de Venezuela. Para la aplicación de la citada metodología, fue necesario realizar la descripción de los factores ambientales y sociopolíticos del entorno inmediato donde se ubican los puntos de vertido, así como las condiciones operativas de los veintidós (22) vertederos seleccionados, los cuales se ubican en 07 estados de Venezuela. Los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología EVIAVE, muestran resultados semejantes con los estudios existentes, en lo que a problemática ambiental de los veintidós vertederos se refiere, lo que ha permitido validar la metodología para ser aplicable en Venezuela.
- **Garrido (2008)** realizó modificaciones a la metodología de Calvo, proponiendo así la metodología denominada Evaluación de Impacto

Ambiental de Vertederos (EVIAVE), cuyo objetivo es caracterizar y diagnosticar vertederos mediante una serie de índices basándose en observaciones y datos relativos al diseño del vertedero y su ubicación.

El método permite de una manera sencilla, rápida y económica, conocer la problemática ambiental de los puntos de vertido, así como la toma de decisiones sobre su gestión, acondicionamiento o cierre, sellado y reinserción al medio. Asimismo, Garrido señala que la metodología es adaptable a contextos particulares de manera sencilla muy sencilla.

- **Paolini (2007)** comprobó que la metodología puede aplicarse al contexto venezolano, considerándola como una herramienta eficaz para la planificación, mejora de la operación y la toma de decisiones para el cierre, reinserción y recuperación de botaderos.
- **Forero González (2011):** “Análisis e Implementación de la metodología EVIAVE. Evaluación del impacto ambiental de botaderos municipales”, el trabajo de investigación determina la viabilidad de la metodología EVIAVE para ser aplicada en el diagnóstico ambiental de vertederos de residuos sólidos en Colombia. Según Forero (2011), los resultados obtenidos permiten concluir que la metodología EVIAVE puede ser aplicada en el diagnóstico ambiental de vertederos en Colombia. Además, como complemento a la Metodología EVIAVE, para su extensión como modelo difuso y su aplicación, se utiliza FUZZYNET la cual es una herramienta computacional desarrollada en la Universidad Nacional de Colombia. La metodología EVIAVE + FUZZYNET es un eficaz instrumento de

planificación y apoyo en la toma de decisiones para la prevención o minimización de los impactos.

- **Abedinzadeh, et al. (2013):** “Diagnóstico ambiental mediante la metodología EVIAVE para la planificación y la toma de decisiones para los vertederos de residuos municipales en Irán”, la investigación realizó la validación de la metodología EVIAVE en Irán. En este caso no se realizó modificación alguna en las variables de vertedero, descriptores ambientales o índices ambientales. Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología en dos vertederos concluyen que es una herramienta eficaz para la toma de decisiones en el momento de planificar los planes de manejo para los diferentes elementos del medio afectado, así como la determinación de las actividades de operación y ubicación que generan más impactos. generados.
- **Mozquera, Canchingre y Morales (2013):** “Evaluación de los impactos ambientales generados por el vertedero de residuos sólidos del Cantón Atácame – Ecuador”, la investigación fue realizada con la finalidad de evaluar los impactos ambientales generados por el vertedero de residuos sólidos en el Cantón Atácame, en la provincia de Esmeraldas. Los métodos utilizados fueron: la lista de chequeo, la cual permite obtener una idea preliminar del servicio de limpieza pública municipal; la matriz causa-efecto, la cual se emplea para estimar relaciones causales, identificando los componentes ambientales que son afectados por la inadecuada gestión de los residuos; y la matriz de Leopold, que es un método cuantitativo

empleado en la evaluación de los impactos ambientales. Finalmente se llega a la conclusión que los impactos causados son de tipo negativo, lo cual requiere de una planificación ambiental para mitigar los daños e implementar un sistema de gestión que contribuya a la conservación del medio ambiente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- **El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS). (2004)**, indica que en los impactos ambientales que ocasione el sitio (botadero) se deben considerar los impactos al suelo (volumen, características y tipos de residuos acumulados, quema de residuos, lixiviados); al aire (presencia de humo, ruidos, biogás); al agua (presencia y niveles de lixiviado, contaminación de aguas superficiales y subterráneas); a la fauna (presencia y tipo de vectores, impactos a especies endémicas o frágiles); a la flora (marchitez, daños) e impactos al patrimonio natural y cultural (cercanía a sitios históricos, religiosos, turísticos, reservas naturales, etc.).

El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS). (2004), refieren que la rehabilitación de los botaderos a cielo abierto tiene la finalidad de disminuir y mitigar los impactos al ambiente, mejorar la imagen del sitio y operar el sitio bajo condiciones controladas. Antes de la elaboración del proyecto definitivo se recomienda la elaboración de un perfil de proyecto que presente el concepto y sus líneas principales, así como las alternativas

de solución. Con el perfil de proyecto se debe buscar un acuerdo con las autoridades competentes para posteriormente elaborar el proyecto definitivo.

El proyecto de rehabilitación deberá considerar una vida útil que justifique la inversión en la rehabilitación y deberá contar con el compromiso de las autoridades municipales y encargados del servicio de limpieza para que operen el sitio de acuerdo con criterios técnicos.

- **OEFA (2018):** Un total de 1 585 botaderos se han identificado a nivel nacional, de los cuales 27 han sido categorizados como áreas que pueden ser reconvertidas en infraestructuras formales de disposición final de residuos sólidos.

Entre los departamentos con mayor presencia de botaderos se encuentran Áncash (149), Cajamarca (123) y Puno (111) y entre los departamentos con mayor extensión de áreas afectadas por botaderos se encuentran Lambayeque (438 ha), Ica (276 ha) y Piura (201 ha).

Así lo revela el inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales elaborado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), organismo adscrito al Ministerio del Ambiente (MINAM), en concordancia con el Decreto Legislativo 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Esto comprende la identificación y categorización de las áreas degradadas por residuos sólidos municipales (botaderos), con la finalidad de brindar información sobre las características de los mismos y categorizar los que deben ser recuperados y los que deben ser reconvertidos en rellenos sanitarios.

El reporte incluye que 1 558 de esos botaderos han sido categorizados como áreas a ser recuperadas. De acuerdo con la normativa, estas últimas deben ser clausuradas e iniciar un proceso de recuperación en la zona en la que se encuentran, debido al impacto ambiental y social que generan.

Sobre la base de lo identificado por el OEFA, las municipalidades que cuentan con botaderos a ser reconvertidos deben presentar sus Programas de Reconversión y Manejo de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, a la autoridad competente, en un plazo de ocho meses. En tanto, las municipalidades que cuentan con botaderos a ser recuperados deben presentar sus Planes de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en un plazo de dos años, de aprobadas las guías para su elaboración.

Para mayor información sobre las áreas degradadas identificadas, el OEFA pone a disposición de la ciudadanía dicho inventario en el Portal Interactivo de Fiscalización Ambiental (PIFA), donde el usuario encontrará un mapa interactivo de áreas degradadas por residuos sólidos municipales. En este gráfico podrá explorar la información de su distrito, provincia o departamento; y contar con estadísticas sobre esta problemática, data sobre hectáreas afectadas por los botaderos, quema de residuos, reciclaje informal, tipos de residuos dispuestos y fotografías, entre otros recursos informativos.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Residuos sólidos

De acuerdo a definición presentada en la “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, aprobado el 22 de diciembre del 2016 mediante el Decreto Legislativo N° 1278, el residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprendérse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. (D.L. N° 1278, 2016, p. 34)

Los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida. También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final. (D.L. N° 1278, 2016, p. 34)

Así mismo, se definen como residuos sólidos a todos aquellos materiales sólidos y semisólidos que resultan de la actividad del hombre en la sociedad, que se desechan como inútiles e indeseados por considerarlos sin valor para retenerlos (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias, 2001). Con la evolución del pensamiento ambiental y económico, ha cambiado también el concepto de residuo. Los eufemismos más conocidos del término como basura, chatarra, desechos en general tienen connotaciones negativas, y denotan subproductos indeseables de los cuales hay que deshacerse. Sin embargo,

actualmente se está acuñando otro tipo de término: pérdida, insumos mal aprovechados, recursos depredados y hasta el concepto benévolos de “la basura es un tesoro”. Que denotan un cambio de actitud y de valores con respecto a los residuos. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

2.2.2. Gestión Integral de los residuos sólidos

La Gestión de Residuos Sólidos es una selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneas para lograr metas y objetivos específicos de manejo de residuos, donde se gestiona su reducción, reutilización, reciclado, transformación y vertido. Contempla además la administración de los elementos funcionales como su generación, manipulación, recolección, separación, procesamiento y transformación, manipulación, transporte y recuperación de suelo post clausura del vertedero. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

Todo esto bajo un esquema de que las acciones a utilizar sean técnica y económicamente viables, ambientalmente sustentable y socialmente aceptables, con la finalidad de lograr un manejo sustentable de los residuos, a través de la reducción de gases de efecto invernadero, disminución de tasas de residuos que llegan a rellenos sanitarios y maximización del aprovechamiento de recursos. (Cortinas, 2004)

Según la “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos” aprobada por el Decreto Legislativo N° 1278, la gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización,

reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas. (D.L. N° 1278, 2017, art. 2)

2.2.3. Etapas de la gestión integral de residuos sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos está reglamentada por la “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos” aprobada por el D.L. N° 1278, modificatorias (Ley N° 30552, DL N° 1451 y DL N° 1501) y su Reglamento aprobado por el D.S. N° 014-2017-MINAM, las cuales establecen las siguientes etapas:

1. Minimización

Los generadores de residuos sólidos deben orientar a reducir a reducir al mínimo posible la generación de residuos sólidos durante el desarrollo de sus actividades. (D.S. 0142017, art 7)

2. Segregación en la fuente

El generador debe realizar la segregación de sus residuos sólidos de acuerdo con sus características físicas, químicas y biológicas, con el objeto de facilitar su valorización y/o disposición final. Esta actividad solo está permitida en la fuente de generación, centros de acopio de residuos sólidos municipales y plantas de valorización de residuos sólidos municipales y no municipales.

(D.S. 014-2017, art. 19)

3. Almacenamiento en la fuente

El almacenamiento se debe realizar de acuerdo con las características particulares de los residuos sólidos y diferenciando de los peligrosos, con la

finalidad de evitar daños a los operarios del servicio de limpieza pública durante las operaciones de recolección y transporte de residuos sólidos. (D.S. 014-2017, art. 20)

4. Recolección

La recolección consiste en la acción de recoger los residuos sólidos para transportarlos y continuar con su posterior manejo. Las municipalidades, de acuerdo con sus competencias, deben establecer progresivamente “Programas de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de los residuos sólidos”, los cuales deberán contemplar expresamente las rutas de las unidades vehiculares, los horarios y frecuencias en la prestación del servicio. (D.S. 014-2017, art. 28)

5. Tratamiento

Los residuos sólidos no municipales podrán recibir tratamiento previo al proceso de valorización o disposición final, según corresponda. El tratamiento de residuos sólidos será realizado mediante algunos procesos como solidificación, neutralización, estabilización, incineración, pirolisis entre otros. Así mismo queda prohibida la quema de residuos sólidos en general. (D.S. 014-2017, art. 61- 62)

6. Valoración

La valoración es cualquier operación que tenga por objetivo el reaprovechamiento de los residuos o de los materiales que lo componen; además sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética. (D.L. N° 1278, 2017)

7. Transferencia

La transferencia de residuos sólidos municipales es el proceso mediante el cual se descargan los residuos de un vehículo de capacidad menor a otro de mayor capacidad, para continuar con el proceso de transporte hacia la infraestructura disposición final. La transferencia de residuos sólidos municipales debe ser desarrollada por las municipalidades o por las EO-RS. (D.S. 014-2017, art. 39).

8. Disposición final

La disposición final de residuos sólidos municipales se realiza en rellenos sanitarios, los mismos que son implementados por las municipalidades o EO-RS. La disposición final de los residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y residuos provenientes de actividades de la construcción y demolición de gestión municipal deben realizarse en celdas diferenciadas. (D.S. 014-2017, art. 69)

2.2.4. Situación del Manejo de Residuos Sólidos en el Perú

Según Montes (2009), hoy en día uno de los problemas que enfrenta el creciente desarrollo tecnológico e industrial de las sociedades modernas es la progresiva generación de residuos, la cual trae consecuencias negativas para el medio ambiente y la salud de la población. Actualmente en el Perú la gestión de los residuos sólidos se realiza de manera inadecuada, debido al incumplimiento de las exigencias legales mínimas por parte de la mayoría de los municipios y las prácticas inadecuadas en relación al manejo de los residuos por parte de la población.

Según Sandoval (2013), el Perú al igual que muchos países del mundo enfrenta retos en el manejo de sus residuos, debido al cambio en el estado

ambiental por el crecimiento de las poblaciones concentradas hacia grandes ciudades como en los casos de Lima, Ica, Trujillo, Chiclayo, Iquitos, Huancayo, entre otros; teniendo como causa principal la migración de las zonas rurales a las ciudades.

En el Perú, existen catorce rellenos sanitarios autorizados y en funcionamiento, para una población que supera los treinta y tres millones de habitantes, esta situación demuestra que persisten graves problemas en relación a la gestión de los residuos sólidos, los cuales impiden la implementación de infraestructuras para la adecuada disposición final de los residuos sólidos.

Por otro lado, el avance de la tecnología y la mejora de la capacidad adquisitiva de la población generan un aumento cada vez mayor de la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el país, constituyéndose también un serio problema sanitario y ambiental debido al manejo inadecuado.

2.2.5. Impactos generados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos

Según Gutiérrez (2012) el inadecuado manejo de los residuos sólidos en alguna de las etapas puede generar impactos significativos en la salud de las personas, debido a la creación de condiciones para contraer diversas enfermedades. Además, los residuos son una fuente de transmisión de enfermedades, ya sea por contacto de estos con el agua o por alimentos contaminados por moscas y otros vectores.

Las vías de propagación de los contaminantes biológicos y químicos de los residuos sólidos son a través del agua y del aire, causando contaminación de los recursos naturales. Los más susceptibles de ser afectados son las personas expuestas que viven en las localidades, donde el servicio de limpieza pública y

de recolección domiciliaria no se realiza regularmente, lo que genera puntos de vertidos de residuos sólidos en las vías públicas y a su vez el aumento o la proliferación de vectores. Según Jaramillo (2002) la relación existente entre las enfermedades y los residuos sólidos como causa directa, no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas. Para comprender los efectos de los residuos en la salud, se presentan a continuación los riesgos directos e indirectos que provocan:

a. **Riesgos directos**

De acuerdo a lo señalado en la “Guia para el Diseño, Construcción y Operacion de Rellenos Sanitarios Manuales”, los riesgos directos son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura. (Jaramillo, 2012, p. 7)

El servicio de recolección de basura es considerado uno de los trabajos más arduos y de riesgo y en peor situación se encuentra los segregadores de basura, cuyas actividades se realizan en condiciones sin la más mínima protección ni seguridad. El personal expuesto suele tener más problemas gastrointestinales de origen parasitario, bacteriano o viral que el resto de la población. Además, sufren un mayor número de lesiones en las manos, pies y espalda, y pueden consistir en cortes, heridas, y hernias, además de enfermedades de la piel e infecciones respiratorias. (Jaramillo, 2012, p. 8)

b. Riesgos indirectos

El de mayor importancia es la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otra dolencia de mayor gravedad. (Jaramillo, 2012, p. 8)

2.2.6. Infraestructura de disposición final de residuos sólidos domiciliarios

Son consideradas infraestructuras de disposición final de residuos sólidos los rellenos sanitarios, los rellenos de seguridad y las escombreras. La municipalidad provincial, en coordinación con la distrital, identifica los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos (D.S. 014-2017-MINAM, art. 108-109). Todo proyecto de inversión de infraestructura de residuos sólidos debe contar con un instrumento de gestión ambiental (IGA) aprobado por el SENACE, el Gobierno Regional o la Municipalidad Provincial, según corresponda, en el marco de las normas del SEIA. (D.S. 014-2017-MINAM, art. 15)

Un relleno sanitario es la instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos en los residuos municipales a superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental, y un relleno de seguridad es la instalación destinada a la disposición final de residuos peligrosos sanitaria y ambientalmente segura. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017).

Según Westlake (1997) en su definición de relleno sanitario sostenible “reconoce que el mismo debe estar diseñado para funcionar de tal manera que se reduzca al mínimo los riesgos ambientales a corto plazo y los riesgos a largo plazo deben tener un nivel aceptable; por lo demás, señala que, al variar de una región a otra, la hidrogeología, la topografía, el clima, la flora, la fauna y otros factores, las tecnologías y técnicas apropiadas para un emplazamiento pueden no ser apropiados para otro”.

Según Paolini (2007) la correcta gestión de una infraestructura de disposición final pasa por la planificación de las operaciones diarias y periódicas destinadas a optimizar la utilización del vertedero y la manipulación de los residuos. Además, será necesario llevar a cabo un control y vigilancia, tanto durante la fase de explotación como de mantenimiento y post clausura.

Esta planificación debe incluir, al menos, los siguientes aspectos: medios humanos, horarios, medios materiales, formación de celda diaria, cobertura diaria, pesaje, densidad y número de pasadas de la maquinaria, control de asentamientos, control de residuos admisibles y procedimientos de control y vigilancia que incluyen datos meteorológicos, lixiviados, biogás, protección aguas subterráneas y asentamientos.

Clasificación de los rellenos

A lo largo de los años se han propuesto algunas clasificaciones de los rellenos sanitarios o vertederos atendiendo a diferentes criterios. A continuación, se analizan las clasificaciones más utilizadas de acuerdo a lo establecido por Jaramillo (2002):

a) **Relleno sanitario de acuerdo con el tipo de operación:**

- **Relleno sanitario mecanizado:** Diseñado para grandes ciudades y poblaciones que generan más de 50 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc. (Jaramillo, 2002, p. 43)
- **Relleno sanitario semimecanizado:** Cuando la población genere o tenga que disponer más de 6 t/día hasta 50 toneladas diarias de residuos sólidos municipales en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno. (Jaramillo, 2002, p. 43)
- **Relleno sanitario manual:** Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen – menos de 20 t/día –, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido

a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas. (Jaramillo, 202, p. 45)

b) Rellenos en función del método de explotación

Los métodos de construcción y subsecuente operación de un relleno sanitario difieren en la forma de colocación de los residuos, pudiéndose distinguir según Jaramillo (2002) entre los siguientes métodos:

- **Método de área o superficie:** Este método se utiliza en áreas relativamente planas, donde no es factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre la superficie del suelo, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial.

Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno. Sirve también para llenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una

pendiente suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud; es decir, la relación vertical-horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%. (Jaramillo, 2002, p. 47)

- **Método de trinchera o zanja:** Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. Los residuos sólidos municipales se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada. (Jaramillo, 2002, p. 45)

Según Jaramillo (2002) se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas, por lo que se debe construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado. La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero.

Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación. (Jaramillo, 2002, p. 45)

- **Combinación de ambos métodos:** Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno

y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados.

(Jaramillo, 2002, p. 48)

c) Rellenos sanitarios en función del grado de compactación

De acuerdo con Fantelli (2001) los rellenos se pueden clasificar además en función de la densidad que alcanzan los residuos en la infraestructura de disposición final, ya que en su gestión la compactación es un parámetro que afecta a la producción de gas y lixiviados, la homogeneidad y granulometría del residuo, al aprovechamiento del espacio disponible y los procesos biológicos aeróbicos y anaeróbicos de fermentación de los residuos. De este modo Fantelli (2001) clasifica los vertederos en:

- Relleno sanitario de baja densidad con cobertura: Se trata de rellenos que periódicamente se recubren y que no son especialmente compactados y en los que se alcanzan densidades de 500 kg/m³.
- Relleno sanitario de media densidad con cobertura: donde los residuos son compactados hasta una densidad media de 700 kg/m³.
- Relleno sanitario de alta densidad con cobertura: donde los residuos se extienden en capas delgadas, para luego ser compactados y triturados “in situ” mediante pasadas reiterativas, hasta alcanzar una densidad media de 1000 kg/m³.
- Relleno sanitario de alta densidad con trituración previa: los residuos son tratados en molinos llegando a obtener densidades mayores, hasta 1100 kg/m³.
- Relleno sanitario de alta densidad en balas: los residuos son llevados a una planta para ser compactados en balas con densidades mayores de 1100 kg/m³. Actualmente en los vertederos compactados en balas, se

puede proceder también al enfardado, embalado y plastificado, siendo este proceso de compactación y plastificado una mejora de los métodos clásicos de vertido de residuos, lo que supone ventajas medioambientales y de gestión de los vertederos.

2.2.7. Metodología de diagnóstico ambiental para vertederos

El Mercado de carbono es un Sistema de Comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender y/o comprar reducciones de GEI.

Actualmente existen diversas metodologías aplicadas para la Evaluación del Impacto Ambiental que se podría generar en nuevos proyectos de rellenos sanitarios o para aquellos que se encuentran operando.

Una de las metodologías empleadas son las auditorías ambientales como herramienta para valorar el nivel de explotación de un relleno, metodologías desarrolladas para estudiar la ubicación adecuada de nuevos puntos de vertido; así como otras metodologías aplicadas, con para realizar un diagnóstico ambiental de las instalaciones existentes.

a) Evaluación del Impacto Ambiental

La evaluación de impacto ambiental, denominada coloquialmente denominado EIA, es considerada una herramienta de gestión para la protección del medio ambiente. Es el resultado de la investigación, análisis y evaluación de sistemas de actividades planteadas para el desarrollo sostenible y sano. Su objetivo consiste en establecer un método de estudio y diagnóstico con el fin de identificar, predecir, interpretar y comunicar el impacto de una acción sobre el funcionamiento del medio ambiente, salud pública y ecología.

Cabe entonces recalcar que la EIA se debe elaborar sobre la base de un proyecto, previo a la toma de decisiones y como instrumento para el desarrollo sustentable, con el propósito de evaluar los posibles futuros impactos. De ninguna manera corresponde realizarla sobre proyectos ya ejecutados, acciones ya realizadas o políticas públicas ya implementadas. (Dellavedova, 2010).

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de proyectos de residuos sólidos es una herramienta de decisión que ayuda a identificar, planificar y ejecutar acciones orientadas a prevenir los impactos ambientales y sociales negativos en proyectos de manejo de residuos municipales. Se contribuye de esta manera a garantizar la sostenibilidad ambiental de los patrones de desarrollo que buscan aumentar la eficiencia y mejoramiento de la cobertura y calidad de los servicios, así como la disposición sanitaria de los residuos y en el diseño y ejecución de los proyectos. En líneas generales la evaluación del impacto ambiental debe estar centrada en la identificación de los factores ambientales críticos, en las oportunidades de mejoría ambiental, y en la prevención y/o mitigación de los impactos socio ambientales negativos. (Paolini Méndez, 2007)

b) Auditorías Ambientales

El primer desarrollo metodológico de las auditorías ambientales se inició con la publicación Environmental Auditing Policy Statement, en el año 1985, por parte de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA - Environmental Protection Agency), un documento oficial que recomienda las auditorías ambientales y presenta directrices para ello. (Sanchez, 2002)

En el año 1996 fueron publicadas las primeras normas de la serie ISO 14 000 sobre los sistemas de gestión ambiental que adoptan la auditoría ambiental como elemento indispensable del sistema. Los estándares ambientales de la ISO 14 000 proporcionan un sistema de las pautas para las organizaciones que desean la certificación en la ejecución de intervenciones ambientales. (Rezaee & Szendi, 2000)

Las ventajas más importantes de los programas de auditorías ambientales son: asegurar la conformidad de las normas y regulaciones ambientales, reducir y evitar riesgo ambiental, supervisar las políticas ambientales y de las acciones de las empresas e identificar peligros para el medio ambiente y educar al personal en asuntos ambientales. (Rezaee & Szendi, 2000)

El uso de auditorías ambientales en un vertedero en explotación, van más allá de realizar en el sitio de disposición final observaciones y hallazgos de incumplimiento de la legislación, procedimientos o requisitos de carácter ambiental. Este instrumento involucra evaluaciones de la organización, gestión y equipos, por lo que se debe tener un alto conocimiento de los procesos, tanto técnicos como económicos.

En síntesis, las auditorías ambientales son herramientas que comprenden una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva usada para verificar si la política ambiental y la legislación ambiental de la organización se están cumpliendo e implementando satisfactoriamente. Asimismo, identifican las debilidades y áreas de riesgo en términos de posibles desastres ambientales y ofrecen un intercambio de conocimientos técnicos y de identificación de las áreas en las cuales pueden ahorrarse costos. (Conesa, 1997)

2.2.8. Áreas degradadas por residuos sólidos municipales

Son aquellos lugares donde se realiza o se ha realizado la acumulación permanente de residuos sólidos municipales sin las consideraciones técnicas establecidas para una infraestructura de disposición final y/o sin autorización.

La municipalidad responsable de la recuperación de áreas degradadas se encuentra obligada a ejecutar el proyecto de inversión de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos (en adelante, Proyecto de Inversión), sin perjuicio de las responsabilidades civiles o penales a que hubiere lugar.

Es preciso señalar que el desarrollo de un proyecto de inversión se debe realizar dentro del ciclo de inversión del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte. pe), el cual contempla cuatro (4) fases: programación multianual de inversiones (PMI), formulación y evaluación (FYE), ejecución, y funcionamiento. Cabe resaltar que este tipo de proyectos, de acuerdo con la complejidad y los recursos involucrados para recuperar el área degradada por residuos sólidos, se presentará con una ficha técnica (para proyectos de inversión estándar) o estudios de pre inversión.

Dentro de la fase de formulación y evaluación, la municipalidad debe elaborar el perfil del proyecto de inversión para su viabilidad; y dentro de la fase de ejecución debe presentar el expediente.

2.2.9. Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Ley N^a 30215: “Promueve, regula y supervisa los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas”. Promulgada el 29 de junio de 2014.

Mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos son los esquemas, herramientas, instrumentos e incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos, financieros y no financieros, donde se establece un acuerdo entre contribuyentes y retribuyentes al servicio ecosistémico, orientado a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.

2.3. Definición de términos conceptuales

- a. **Biogás:** Mezcla de gases de bajo peso molecular (metano, bióxido de carbono, etc.) producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica.
- b. **Celda:** Infraestructura ubicada dentro de un relleno sanitario donde se esparcen y compactan finalmente los residuos depositados.
- c. **Celda transitoria:** Es aquella en donde se dispone los residuos sólidos municipales de manera temporal.
- d. **Compactación:** Acción de presionar cualquier material para reducir los vacíos existentes en él. El propósito de la compactación en el relleno sanitario es disminuir el volumen que ocuparán los residuos sólidos municipales a fin de lograr una mayor estabilidad y vida útil.
- e. **Disposición final:** Es el proceso y/o operación para tratar y disponer en un lugar los residuos sólidos como último proceso de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
- f. **Gestión integral de residuos sólidos:** Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos.

g. **Lixiviado:** Líquido producido fundamentalmente por la precipitación pluvial que se infiltra a través del material de cobertura que atraviesa las capas de basura, transportando concentraciones apreciables de materia orgánica en descomposición y otros contaminantes.

Otros factores que contribuyen a la generación de lixiviado son el contenido de humedad propio de los desechos, el agua de la descomposición y la infiltración de aguas subterráneas.

h. **Proyecto de inversión pública** de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos Es el proyecto cuya naturaleza de intervención es la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos.

i. **Proyecto inversión:** Es el proyecto cuya intervención aplica a la recuperación propia del área degradada por residuos sólidos.

j. **Relleno sanitario:** Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos en los residuos municipales a superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

k. **Residuos municipales:** Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias, cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción.

l. **Residuos sólidos:** Residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para

ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. Los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida.

También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que, por sus características fisicoquímicas, no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos, los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final.

2.4. Enfoque filosófico - epistémico

Toda actividad que se realiza sobre el medio ambiente genera una serie de impactos tanto positivos como negativos, de esta manera la última es donde se debe tomar mucha importancia en cuanto a la prevención y cuidados que se debe tener en para minimizar estos impactos, y para ello es muy importante los conocimientos básicos y el saber ambiental.

Es así que Leef (1998) propone el saber ambiental como estrategia ética que establece formas de convivencia que no involucren la depredación de los factores y recursos que permiten la reproducción de la vida en condiciones de dignidad. (Finol et al, 2019). Por otra parte, el saber ambiental se aproxima aquí al pensamiento ético de Emmanuel Lévinas, quien afirma que la revolución de la existencia está en transcender la necesidad de conocer la capacidad de co-vivir de forma justa (Lévinas, 2001, citado por Finol et al, 2019).

Entendiéndose así, las crisis ambientales, políticas y sociales actuales demuestran que el empleo del método de las ciencias positivas es insuficiente para abordar la complejidad del mundo. (Finol et al, 2019).

Así también sostiene Leff (1998:43) que:

“la destrucción ecológica y el agotamiento de los recursos no son problemas generados por procesos naturales, sino determinados por las formas sociales y los patrones tecnológicos de apropiación y explotación económica de la naturaleza”.

Por tal motivo es imprescindible de conocer; modos éticos aprobados con la condición de dignidad que comparten los seres vivos en relación con el medio ambiente en favor de un planeta más viviente, pero buscando a lo máximo un equilibrio sostenible y lograr un ambiente más sano y productivo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La investigación desarrollada es de dos tipos: exploratoria y descriptiva.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010), sostiene que “las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo. Es posible que una investigación se inicie como exploratoria, después puede ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa.” (p. 78)

La presente investigación se considera exploratoria debido a que no se ha realizado un estudio similar en el botadero municipal, este tipo de investigación nos permite obtener información más detallada, identificando los problemas existentes dentro del área de estudio y sugiriendo afirmaciones o postulados.

De acuerdo con Sabino (1994), las investigaciones descriptivas proponen conocer grupos homogéneos de fenómenos utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. No se ocupan,

pues, de la verificación de hipótesis, sino de la descripción de hechos a partir de un criterio o modelo teórico definido previamente.

La investigación es descriptiva porque presenta una descripción detallada de la situación actual en la que se encuentra el botadero municipal, de los acontecimientos sociales y ambientales ocurridos y de los factores relacionados con los procesos de generación, segregación, reciclado, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

3.2. Nivel de investigación

El estudio es de nivel exploratorio – observacional, primero porque me permitirá examinar la evaluación ambiental del botadero municipal Rayhuana mediante la metodología EVIAVE que es un método poco estudiado o usado en la zona de estudio, por tanto, me permitirá identificar las relaciones de causalidad y así poder llegar a las conclusiones de causa y efecto.

Y descriptivo porque mi propósito es describir los eventos que se presentan en mi estudio, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno, así como es el caso de probar la metodología EVIAVE.

3.3. Característica de la investigación

La presente investigación tiene características exploratorias porque está enfocada en el conocimiento que se tiene del tema, por lo que el significado es único e innovador, y el proceso a seguir será el más sencillo.

También posee características procedimentales porque se basa a un marco legal siguiendo premisas para lograr cumplir los objetivos planteados.

3.4. Métodos de investigación

El desarrollo de la investigación, para realizar el estudio de generación de residuos sólidos y el diagnóstico ambiental del botadero consiste en la evaluación

de los impactos ambientales por la inadecuada disposición final de los residuos, considerando los lineamientos técnicos y ambientales pertinentes.

La metodología EVIAVE aplicada en la presente investigación se basa en la valoración de índices ambientales que darán a conocer cuál es la afección que el punto de vertido está produciendo sobre el entorno inmediato para, a partir de él, considerar las acciones de control, cierre y sellado bajo los requisitos técnicos de la legislación vigente. La reinserción del vertedero como zona residencial, agrícola, etc., será posible si existe una interacción entre la política de Planificación Territorial y el conocimiento ambiental de los puntos de vertido.

El diseño de investigación Transeccional correlativo - causal. Servirá para relacionar entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. Se tratará también de descripciones, pero no de categorías, conceptos, objetos ni variables individuales, sino de sus relaciones, puramente correlacionales o relaciones causales (Ciear & MacDonell, 2011).

3.5. Diseño de la investigación

La investigación planteada es aplicada, de nivel exploratorio y descriptivo, cuyo diseño fue no experimental; se emplearon instrumentos cuantitativos y cualitativos para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

El diseño de la investigación fue no experimental, debido que en el estudio no se manipuló la variable, solo se describió como se encontró en la realidad. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2003), la investigación no experimental observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

Se considera exploratoria debido a que no se ha realizado un estudio similar en el botadero municipal, este tipo de investigación nos permite obtener información más detallada, identificando los problemas existentes dentro del área de estudio y sugiriendo afirmaciones o postulados. El objetivo fundamental no está dirigido a dar respuestas absolutas y acabadas a la problemática, sino a identificar los factores más relevantes que actúan como causas de los problemas que se presentan en la gestión y manejo de los residuos sólidos.

La investigación es descriptiva porque presenta una descripción detalladas de la situación actual en la que se encuentra el botadero municipal, de los acontecimientos sociales y ambientales ocurridos y de los factores relacionados con los procesos de generación, segregación, reciclado, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

Botadero municipal que se encuentra en el área del terreno de 15,917.28 m², cercano al radio urbano de la ciudad de Huayllay con un perímetro de 566.97 ml, con erosiones pronunciadas la cual puede desestabilizar y deslizar el botadero.

3.6.2. Muestra

La unidad de observación para el estudio estará constituida por el botadero Rayhuana situado en Huayllay.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Garrido (2008) realizó modificaciones a la metodología de Calvo, proponiendo así la metodología denominada Evaluación de Impacto Ambiental de Vertederos (EVIAVE), cuyo objetivo es caracterizar y diagnosticar vertederos mediante una serie de índices basándose en observaciones y datos relativos al

diseño del vertedero y su ubicación. El método permite de una manera sencilla, rápida y económica, conocer la problemática ambiental de los puntos de vertido, así como la toma de decisiones sobre su gestión, acondicionamiento o cierre, sellado y reinserción al medio. Asimismo, Garrido señala que la metodología es adaptable a contextos particulares de manera sencilla muy sencilla.

Por tanto, el primer paso en una evaluación de impacto ambiental, y en particular en el caso de los vertederos, será la identificación de los posibles receptores de los impactos provocados por la presencia de estas instalaciones, y que en diferentes metodologías para la Evaluación de Impacto Ambiental consultadas se han denominado elementos del medio o componentes medioambientales. (Antúnez et al., 2001)

Estructura metodológica

Tal y como se muestra en la figura 1, la nueva metodología de diagnóstico EVIAVE se ha estructurado en cuatro niveles, en lugar de los cinco que presentaba la diseñada por Calvo. (2003)

El primer nivel representa los criterios y subcriterios utilizados para definir las características del punto de vertido y del medio susceptible de verse afectado por su presencia. Se considerarán atributos especiales relativos a la ubicación de los vertederos, así como relacionados con su grado de explotación. Para ello se definen las variables de vertedero, que se cuantificarán mediante el Índice de Riesgo de Contaminación (IRC), así como los descriptores ambientales; estos atributos se usarán posteriormente en el cálculo de los diferentes índices que genera la metodología. El segundo nivel representa los índices Probabilidad de Contaminación para cada elemento del medio o componente medioambiental (Pbci), y el Valor Ambiental (Va i), también para cada elemento del medio. El

tercer nivel define el Índice de Riesgo Ambiental, para cada elemento del medio (IRAI) y finalmente el cuarto nivel, permite determinar el Índice Medio Vertedero (IMV), para cada punto de vertido. (Zamorano et al., 2006) Las diferencias más significativas en la estructura de ambas metodologías, recogidas en la figura 1, se resumen a continuación:

- **Nivel 1. Variables de vertedero y descriptores ambientales**

Se mantiene el concepto de variable de vertedero y descriptor ambiental, esta último denominado característica en la metodología original, aunque, tal y como se explicará posteriormente, se introducen modificaciones en la cuantificación de los mismos.

En el caso concreto de las variables de vertedero se introduce como novedad en la metodología EVIAVE la definición del Índice de Riesgo de Contaminación (IRC j) para cada variable; éste permite la comparación entre las diferentes variables, facilitando así la toma de decisiones en las actuaciones sobre los puntos de vertido, a diferencia de lo que ocurría en la metodología original.

- **Nivel 2. Probabilidad de Contaminación y Valor Ambiental**

En este nivel se mantiene el concepto de los índices definidos por Calvo (2003) Probabilidad de Contaminación (Pbc i) y Valor Ambiental (Va i), también para cada componente ambiental, aunque también se modifica el cálculo de los mismos, tal y como se analizará en apartados posteriores.

Además, en el caso de la Probabilidad de Contaminación, y con la finalidad de hacer una evaluación de la idoneidad de ubicación y explotación de la instalación, se definen dos nuevos índices denominados Probabilidad de Contaminación relacionada con la ubicación del punto de vertido (Pbcu-u) y

Probabilidad de Contaminación relacionada con la gestión y explotación (Pbcj-o) del mismo, con un cálculo análogo al índice de Probabilidad de Contaminación, pero considerando en cada caso las variables implicadas.

- **Nivel 3. Índice de Riesgo Ambiental**

En esta fase Calvo (2003) definió el Índice de Riesgo Ambiental (IRA i) y el Coeficiente de Ponderación Ambiental (CPAi), en ambos casos para cada elemento del medio o componente medioambiental. La metodología EVIAVE mantiene el concepto y la determinación del primer índice, pero elimina el segundo.

Tal y como se ha explicado anteriormente el Coeficiente de Ponderación para cada elemento del medio consideraba y relacionaba las características de los impactos generados por las emisiones del vertido y las características del elemento del medio como elemento receptor, lo que permitía dar un mayor o menor peso a determinados elementos del medio. En diversos estudios (Gómez, 1999; Leal et al., 1998) sobre el impacto ambiental, la consideración de la importancia o peso se produce a través de criterios de espacio y tiempo, los cuales expresan la extensión que podría alcanzar la afección sobre el elemento del medio, su permanencia y/o reversibilidad en el tiempo. Por ello, para el cálculo de los Coeficientes de Ponderación se consideraron una serie de indicadores espacio-temporales como: intensidad, certidumbre, reversibilidad, duración del efecto, plazo en el que se manifiesta el impacto y extensión.

La aplicación de la metodología propuesta por Calvo (2003) puso de manifiesto que este Coeficiente de Ponderación permanecía constante en las áreas de estudio analizadas, por lo que dejaba de ser una herramienta que

permitiese introducir un elemento comparativo para los diferentes puntos de vertido (Calvo, 2005; Calvo, 2007; Zamorano et al., 2006; Garrido, 2005), aunque si facilitaba pesos diferentes en los elementos del medio considerados. No obstante, el importante grado de subjetividad observado puso de manifiesto que su determinación podía ser bastante diferente en función del experto que llevase a cabo el diagnóstico ambiental. Uno de los objetivos de la metodología EVIAVE ha sido eliminar, en lo posible, todos los elementos que introdujeran subjetividad al proceso, por lo que se decidió su eliminación.

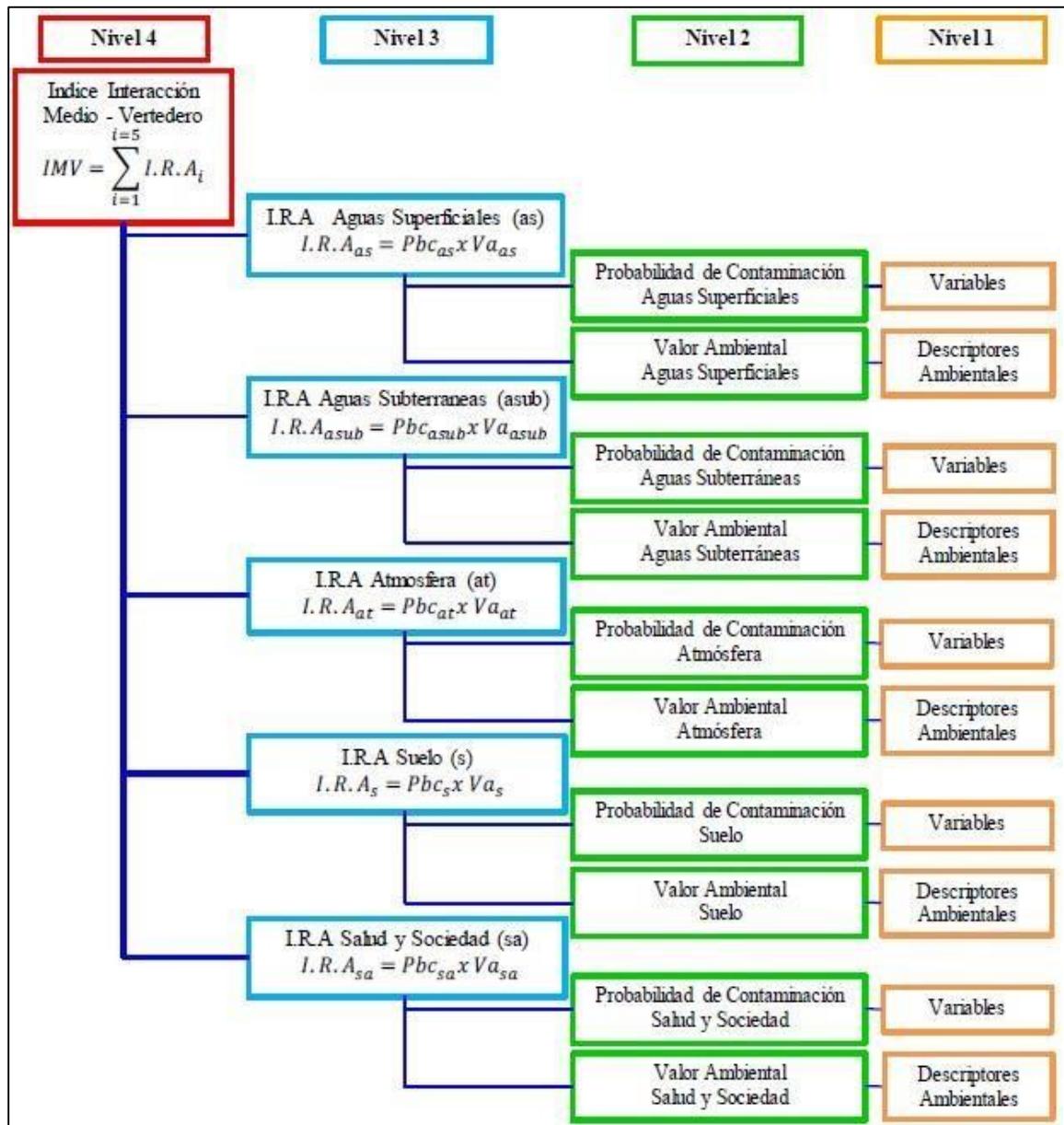
- **Nivel 4. Índice de interacción Medio Vertedero**

Este nivel presenta diferencias entre una metodología y otra. Ante todo, habría que decir que el Índice de Interacción Medio Vertedero recoge toda la información ambiental para cada elemento del medio.

En el caso de la metodología propuesta por Calvo (2003) para el cálculo eran necesarios tanto los IRA para cada elemento del medio como los CPA, consiguiendo así unos valores parciales de los índices de interacción medio vertedero para cada uno de los cinco elementos del medio considerados. Una vez calculados éstos índices parciales eran sumados para obtener el índice global de interacción medio vertedero que ya correspondía con un nivel 5 que ha sido eliminado en la metodología EVIAVE.

Sin embargo, en la metodología EVIAVE el nivel 4 es el último contemplado. No se presenta este caso pues lo que se calcula directamente a partir de los valores de los IRA correspondientes a cada elemento del medio, sin tener en cuenta el CPA que ha desaparecido en la metodología EVIAVE.

Figura 1: Estructura jerárquica de la Metodología EVIAVE



Fuente: Paolini 2007

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Entre las técnicas de procesamiento y análisis de datos se tiene:

3.8.1. Variables de vertedero

Las variables de vertedero se definen como aquellas características del punto de vertido, seleccionadas por su sensibilidad en los procesos bioquímicos

y físicos del mismo, que influyen directa o indirectamente sobre la afección ambiental a los distintos parámetros o elementos del medio considerados (Tabla 1). Su estudio permite cuantificar la posibilidad de generación de impactos ambientales del punto de vertido. El conocimiento de la variable y su análisis cuantitativo relaciona las características del punto de vertido y su interacción con el medio en el momento de la evaluación, describiendo así la dinámica del vertedero. Dicho conocimiento posibilita una aproximación a la prevención de los impactos, a través de la intervención en los procesos del vertedero, en lugar de mitigarlos una vez producidos. Esta clasificación se realiza con el objetivo de la posterior evaluación del grado de idoneidad de la ubicación del punto de vertido; y su diseño y el nivel de operatividad (Tabla 2).

Tabla 1: Variables que afectan a cada uno de los elementos del medio seleccionados por la metodología EVIAVE

Variable	Elementos del medio				
	A. Superficiales	A. subterráneas	Atmósfera	Suelo	Salud y sociedad
Asentamiento de la masa de residuos	X	X	X	X	X
Cobertura diaria	X	X	X	X	X
Cobertura final	X	X	X	X	X
Compactación	X	X	X	X	X
Control de gases		X	X	X	X
Control de lixiviados	X	X	X	X	X
Distancia a infraestructuras					X
Distancia a masas de agua	X				
Distancia a núcleos poblados					X
Edad del vertedero	X	X	X	X	X
Erosión					X
Estado de caminos internos	X		X	X	X
Fallas		X			
Impermeabilización del punto de vertido	X	X		X	
Morfología	X				
Pluviometría	X	X	X	X	X
Punto situado en zona inundable	X	X		X	
Riesgo sísmico	X	X	X	X	X
Seguridad					X
Sistema de drenaje superficial	X	X			
Taludes	X	X	X	X	X
Tamaño	X	X	X	X	X
Tipo de residuos.	X	X	X	X	X
Viento	X	X	X		X
Visibilidad					X
Vulnerabilidad a las aguas subterráneas.		X			
Número Total	19	17	13	16	18

Fuente: Garrido 2008

Tabla 2: Clasificación de las variables según su relación

Diseño y explotación	Ubicación
Asentamiento de la masa de residuos	Distancia a infraestructuras
Cobertura diaria	Distancia a masas de agua
Cobertura final	Distancia a núcleos poblados
Compactación	Erosión
Control de gases	Fallas
Control de lixiviados	Morfología a cauces superficiales
Edad del vertedero	Pluviometría
Estado de caminos internos	Punto situado en zona inundable
Impermeabilización de punto de vertido	Riesgo sísmico
Seguridad	Viento
Sistema de drenaje superficial	Visibilidad
Taludes	Vulnerabilidad a las aguas subterráneas
Asentamiento de la masa de residuos	Distancia a infraestructuras
Cobertura diaria	Distancia a masas de agua

Fuente: Garrido 2008

3.8.2. Cuantificación de variables de vertedero

Para cuantificar las variables del vertedero se toman en cuenta dos aspectos, su clasificación (C_j) y ponderación (P_j). La clasificación está en función de la condición en que se encuentre en el momento de la evaluación y es la que brinda información sobre el estado del punto de vertido, dando a conocer la dinámica del vertedero. Para poder realizar la comparación de las variables entre sí, la metodología los clasifica en 5 categorías, asignándoles valores del 1 al 5.

La ponderación de la variable, para cada elemento del medio, se define a partir de los elementos estructurales del punto de vertido, que son aquellos que intervienen directamente en la afección de los componentes del medio. Los elementos estructurales están comprendidos por la existencia de materia orgánica, humedad de los residuos y densidad de los residuos, quienes participan

directamente en la generación de gases y lixiviados afectando directamente a la atmósfera, suelo, salud, aguas superficiales y subterráneas.

Con los valores definidos de Clasificación y Ponderación se determina el Índice de Riesgo de Contaminación (IRC_j) para cada variable, determinado según la ecuación (1), donde *j* hace referencia a la variable de vertedero a la que se refiere. Este índice puede tomar valores entre del 1 al 10, tal y como se muestra en la tabla nº 03, en función de la clasificación y ponderación de las variables.

$$\text{IRC}_j = C_j \times P_j \quad (1)$$

Tabla 3: Índice de Riesgo de Contaminación de cada variable

Ponderación	Clasificación	Valor de la clasificación	IRC _j = C _j x P _j
1	Muy alta	5	5
	Alta	4	4
	Media	3	3
	Baja	2	2
	Muy baja	1	1
2	Muy alta	5	10
	Alta	4	8
	Media	3	6
	Baja	2	4
	Muy baja	1	2

Fuente: Garrido 2008

3.8.3. Descriptores ambientales

Los receptores de los impactos que considera la metodología, denominados componentes ambientales o elementos del medio, serán los siguientes: aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, suelo; y salud y sociedad. La metodología introduce el término descriptores ambientales para cada

elemento del medio (Ver tabla n° 04), con la finalidad de definir los aspectos ambientales que pueden verse afectados por los vertederos. Al igual que las variables del vertedero cada descriptor toma valores del 1 al 5. (Ver tabla 5)

Tabla 4: Descriptores ambientales de la metodología EVIAVE

Elementos del medio	Elementos del medio	Descriptores Ambientales
Agua superficiales	A1	Tipo de masa de agua
	A2	Usos del agua
	A3	Calidad del agua
Aguas Subterráneas	B1	Usos del agua
	B2	Calidad del agua
Atmosferas	C1	Calidad del aire
Suelo	D1	Usos del suelo
	D2	Tipo de vegetación
	D2	Cobertura vegetal

Fuente: Garrido 2008

Tabla 5: Clasificación y valoración de los descriptores ambientales

Características		Cuantificación Descripción	Valor
Aguas Superficiales	A1	Curso de agua artificiales: canales, acequias y estanques	1
		Ríos de 3 ^{er} orden o más y cursos estacionales: ríos, arroyos y ramblas	2
		Masas de aguas estacionarias: lagunas y embalses	3
		Aguas marinas y ríos de 1 ^{er} y 2 ^o orden	4
		Masas de agua permanente: marismas y zonas intermareales, albuferas, salinas, estuarios y ramales de marea. Zonas clasificadas como sensibles	5
	A2	Sin uso para el hombre	1
		Uso hidroeléctrico, navegación y otros	2
		Industria	3
		Agricultura	4
		Uso para abastecimiento humano, recreativo incluidas zonas de baño y acuicultura	5
	A3	Aguas de calidad deficiente o mala	1
		Aguas en estado aceptable	2
		Aguas en buen estado	3
		Aguas en muy buen estado sin especies (flora y/o fauna) protegidas	4
		Aguas en muy buen estado con especies (flora y/o fauna) protegidas	5
Aguas Subterráneas	B1	Sin uso para el hombre	1
		Otros usos no contemplados posteriormente	2
		Industria	3
		Agricultura	4
		Uso para abastecimiento humano	5
	B2	Aguas muy deficientes	1
		Aguas deficientes o malas:	2
		Aguas en estado aceptable	3
		Aguas en buen estado	4
		Aguas en muy buen estado:	5
Atmósfera	C1	Muy mala	1
		Mala	2
		Admisible	3
		Buena	4
		Muy buena	5
Suelo	D1	No urbanizable	1
		Urbanizable industrial	2
		Urbanizable residencial	3
		Urbano industrial y urbanizable turístico	4

D1	Urbano turístico y urbano residencial	5
	Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal o erial	1
	Formación arbustiva y herbácea sin arbolado o cultivos de secano	2
	Formación herbácea con arbolado, cultivos de regadío o secano con árboles aislados	3
	Formación de matorral con arbolado, montes de repoblación joven	4
	Formaciones de arbolado denso, monte autóctono o de repoblación bien asentado	5
	1-5% indiv	1
	6-25% indiv	2
	26-50% indiv	3
	51-75% indiv	4
D2	76-100% indiv	5

Fuente: Garrido 2008

3.8.4. Valor Ambiental Modificado

La cuantificación del Valor Ambiental en la metodología EVIAVE se llevará a cabo en base a los descriptores ambientales, como media aritmética de los valores asignados a los mismos, y eliminando su ponderación, tal y como la lleva a cabo por Calvo (2003). Teniendo en cuenta que los descriptores ambientales pueden tomar valores 1, 2, 3, 4 y 5, el Valor Ambiental oscilará entre 1 y 5, a diferencia del intervalo establecido por Calvo y que podía alcanzar un valor mínimo 0. (Garrido, 2008). El cálculo del Valor Ambiental se realiza aplicando las ecuaciones 2, 3, 4 y 5 y se muestra en la tabla 6:

Tabla 6: Cálculo de los valores ambientales para cada elemento del medio

Va_i	Aguas superficiales	[1-5]	$Va_{aguas\ sup} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}$	(2)
	Aguas subterráneas		$Va_{aguas\ sub} = \frac{B_1 + B_2}{2}$	(3)
	Atmósfera		$Va_{atmósfera} = C_1$	(4)
	Suelo		$Va_{suelo} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}$	(5)

Fuente: Garrido 2008

Para la metodología EVIAVE, el Valor Ambiental para cada uno de los elementos del medio pueden alcanzar valores comprendidos entre 1 y 5. Se ha llevado a cabo una clasificación del mismo que lo considerará Muy bajos, Bajos, Medios, Altos y Muy altos en función de los valores que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Clasificación de los valores ambientales para cada elemento del medio

Valor Ambiental (Vai)	Clasificación
$1 \leq Vai < 1.8$	Muy bajo
$1.8 \leq Vai < 2.6$	Bajo
$2.6 \leq Vai < 3.4$	Medio
$3.4 \leq Vai < 4.2$	Alto
$4.2 \leq Vai \leq 5$	Muy alto

Fuente: Garrido 2008

3.8.5. Probabilidad de Contaminación

El cálculo de la Probabilidad de Contaminación se hace en base a los Índices de Riesgo de Contaminación determinados para cada variable (IRC_j) el cual cuantifica el efecto que el estado de dicha variable va a tener en la afección ambiental del vertedero. Para la determinación de la Probabilidad de contaminación debido a la ubicación (P_{bcu}) y Probabilidad de contaminación debido al diseño y explotación (P_{bcj-o}), se utilizó la misma expresión matemática, pero teniendo en cuenta los IRC para las variables que corresponden a cada uno de ellos obteniéndose como resultado la ecuación 6 para el cálculo de la Probabilidad de Contaminación, así como la suma de sus valores máximos y mínimos. (Garrido, 2008).

$$Pbc_i = \frac{\sum_{j=1}^n IRC_j - \sum_{j=1}^n IRC_{j \min}}{\sum_{j=1}^n IRC_{j \max} - \sum_{j=1}^n IRC_{j \min}}$$

Donde:

n, es el número de (6) variables que afectan a cada elemento del medio

j, hace referencia a cada variable analizada

IRC_j, es el Índice de Riesgo de Contaminación para cada variable.

IRC_{min} e **IRC_{max}** son los valores mínimos y máximos obtenidos para el Índice de Riesgo de Contaminación para cada variable en cada elemento del medio.

Estos valores se recogen en la tabla 8.

Tabla 8: Valores máximos y mínimos del Índice de Riesgo de Contaminación

Elemento del medio	Probabilidad de Contaminación (Pbc _j)		Probabilidad de Contaminación debido a la Ubicación (Pbc _{j-u})		Probabilidad de Contaminación debido al diseño y Explotación (Pbc _{j-o})	
	$\sum IRC_{\min}$	$\sum IRC_{\max}$	$\sum IRC_{\min}$	$\sum IRC_{\max}$	$\sum IRC_{\min}$	$\sum IRC_{\max}$
Aguas superficiales	30	150	10	50	20	100
Aguas subterráneas	29	145	9	45	20	100
Atmósfera	22	110	5	25	17	85
Suelo	28	140	8	40	20	100
Salud	29	145	10	50	19	95

Fuente: Garrido 2008

Los valores de la Probabilidad de Contaminación alcanzan valores que se mueven entre 0 y 1, lo que ha permitido la clasificación que se muestra en la tabla 9 en la cual se distinguen las etiquetas que la clasificación de la probabilidad de afección es

Muy baja, Baja, Media, Alta o Muy alta.

Tabla 9: Clasificación de las Probabilidades de Contaminación

Valor de las Probabilidades de Contaminación (P_{bc_i} , P_{bc-Ui} , P_{bc-Oi})	Clasificación
$0 \leq P_{bc_i} < 0,2$ $0 \leq P_{bc-Ui} < 0,2$ $0 \leq P_{bc-Oi} < 0,2$	Muy baja
$0,2 \leq P_{bc_i} < 0,4$ $0,2 \leq P_{bc-Ui} < 0,4$ $0,2 \leq P_{bc-Oi} < 0,4$	Baja
$0,4 \leq P_{bc_i} < 0,6$ $0,4 \leq P_{bc-Ui} < 0,6$ $0,4 \leq P_{bc-Oi} < 0,6$	Media
$0,6 \leq P_{bc_i} < 0,8$ $0,6 \leq P_{bc-Ui} < 0,8$ $0,6 \leq P_{bc-Oi} < 0,8$	Alta
$0,8 \leq P_{bc_i} \leq 1$ $0,8 \leq P_{bc-Ui} \leq 1$ $0,8 \leq P_{bc-Oi} \leq 1$	Muy Alta

Fuente: Garrido 2008

3.8.6. Riesgo Ambiental Modificado

El Índice de Riesgo de Afección Ambiental (IRA i) fue definido por Calvo (2003) con la finalidad de cuantificar el potencial de afección ambiental que se produce para cada uno de los elementos del medio que componen el entorno inmediato del vertedero por separado, debido a las interacciones existentes entre ellos, lo que facilitará la toma decisiones para el Acondicionamiento o bien Cierre, Sellado y Reinserción de los vertederos.

La determinación del este índice no ha variado con respecto a la formulada por Calvo (2003). Para ello se utilizan los valores obtenidos previamente en el Nivel 2 de Probabilidad de Contaminación y Valor Ambiental, para cada uno de

los elementos del medio o componentes medioambientales, utilizando la ecuación 7.

$$IR.A_i = Pbc_i \times Va_i \quad (7)$$

Fuente: Garrido 2008

Donde:

Pbc_i, es la Probabilidad de Contaminación para cada uno de los elementos del medio considerados. Hace alusión al estado ambiental del punto de vertido.

La metodología EVIAVE considera el Índice de Riesgo Ambiental para cada uno de los elementos del medio alcanzan valores comprendidos entre 0 y 5. La clasificación de los mismos se ha fijado en base a cinco etiquetas, Muy bajo, Bajo, Medio, Alto o Muy alto, en función de los valores que se recogen en la tabla 10.

Tabla 10: Clasificación del Índice de Riesgo Ambiental para cada elemento del medio

Valor del Índice de Riesgo Ambiental (IRA _i)	Clasificación
0 ≤ IRA _i < 1	Muy bajo
1 ≤ IRA _i < 2	Bajo
2 ≤ IRA _i < 3	Medio
3 ≤ IRA _i < 4	Alto
4 ≤ IRA _i ≤ 5	Muy alto

Fuente: Garrido 2008

3.8.7. Índice de interacción medio-vertedero modificado

El Coeficiente de Ponderación Ambiental para cada uno de los elementos del medio es el último concepto que termina de definir y valorar el Índice de

Interacción Medio – Vertedero según la ecuación 8. Este coeficiente considera y relaciona las características de los impactos generados por las emisiones del vertido y las características del elemento del medio como elemento receptor. En diversos estudios (Gómez, 1999; Leal y Rodríguez, 1998), sobre el impacto ambiental la consideración de la importancia o peso se produce a través de criterios de espacio y tiempo, criterios que expresan la extensión que podría alcanzar la afección sobre el elemento del medio y su permanencia y/o reversibilidad en el tiempo.

$$IMV_i \square IRA_i \times CPA_i$$

(8)

Donde:

IMV_i es el Índice de Interacción Medio-Vertedero global.

IRA_i es el Índice de Riesgo Ambiental

CPA_i es el Coeficiente de Ponderación Ambiental

Fuente: Garrido 2008

La valoración de los Coeficientes de Ponderación Ambiental se realiza mediante la ecuación 9. En su determinación este coeficiente contemplaba aspectos como intensidad (I), reversibilidad(R), duración (D) y extensión (E), en cuya cuantificación (tabla n° 10) hay una elevada subjetividad; de hecho, la definición del coeficiente tiene en cuenta al observador en la definición de su índice.

$$CPA_i = \frac{I^R \cdot D^E}{3}$$

Donde:

I = Intensidad.

R = Reversibilidad

D = Duración.

E = Extensión.

Fuente: Garrido 2008

Finalmente, y teniendo en cuenta la formulación del Índice de Interacción Medio Vertedero, éstos pueden alcanzar valores comprendidos entre 0 y 25. Se ha llevado a cabo una clasificación de los mismos que considerará la afección global del vertedero sobre el medio en, muy baja, baja, media, alta o muy alta en función de los valores que se recogen en la tabla 11.

Tabla 11: Clasificación del Índice de Interacción Medio Vertedero

Valor del Índice de Interacción Medio Vertedero (IMV)	Clasificación
$0 \leq \text{IMV} < 5$	Muy bajo
$5 \leq \text{IMV} < 10$	Bajo
$10 \leq \text{IMV} < 15$	Medio
$15 \leq \text{IMV} < 20$	Alto
$20 \leq \text{IMV} \leq 25$	Muy alto

Fuente: Garrido 2008

La supresión del Coeficiente de Ponderación Ambiental, reduce a cinco los niveles o fases de la estructura de la metodología EVIAVE y hace necesario reformular la determinación del Índice de **Interacción Medio Vertedero**. En este caso vendrá dado por la suma de los índices que cuantifican la interacción del punto de vertido con los diferentes elementos del medio de manera individualizada, tal y como se recoge en la ecuación 10.

$$I.M.V = \sum_{i=1}^{5} I.R.A_i \quad (10)$$

Donde

i , hace referencia a cada uno de los elementos del medio: aguas superficiales, aguas subterráneas, atmósfera, suelo y salud.

$I.R.A_i$, es el Índice de Riesgo de Afección Ambiental para cada uno de los elementos del medio.

La información recogida en el campo será tabulada a una base de datos de la encuesta y posteriormente se analizarán con la ayuda de programas estadísticos EXCEL, SPSS 25. ArcGis v. 10.5 y sus extensiones estadísticas para establecer la escala Alto, Medio o Bajo.

3.9. Orientación ética

El avocarse a realizar un trabajo de investigación científica y el uso de la información y conocimiento existente en el orbe, exige el ejercicio de una conducta ética del investigador que permita respetar en forma continua toda la información existente y reconocer a sus autores, para evitar las situaciones conflictivas sujetas a juicios morales.

La tesis se orientó en primer lugar hacia la ética ambiental. La ética ambiental, según Martínez, A. (2001, p. 20), es la reflexión racional y adecuada sobre los problemas que devienen de la relación entre el hombre y la naturaleza. Es decir, Martínez, describe la ética como una explicación no solo enfocada en los valores y normas del hombre, sino orientada a su relación con todos los seres vivos y a su conservación. La responsabilidad social, entonces, se define como la actitud responsable y reflexiva del hombre ante el ambiente que lo rodea. Aquella persona que no acata la norma o ley de conservación ambiental se le trataría de esta manera como un “delincuente ecológico” (Bernal, M. 2010, p.32). En esta tesis, entonces, se procuró tener presente la protección al medio ambiente. Ello quiere decir que no se utilizó más de la cuenta recursos, con los cuales se podría repercutir negativamente en el medio ambiente; y por otro lado también se respetó el objetivo general planteado.

En segundo lugar, la presente tesis se orientó hacia una visión de buen profesional en ingeniería ambiental. Un buen profesional en ingeniería ambiental

debería poseer una visión, tal como dice Jaímes, L. (2015, p. 21), una visión profunda, para identificar, analizar, y solucionar problemáticas sobre los recursos naturales bióticas o abióticos; una visión sensible, para dialogar, consensuar y asumir actitudes sustentadas en lo técnico para cuidar el bien común y específicamente los recursos naturales; y una visión íntegra, para interactuar y desenvolver los distintos campos de acción que forman parte del desarrollo de la ingeniería ambiental.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para la obtención de los resultados del presente estudio de investigación, se ha obtenido información de campo y es sobre el cual se fundamenta lo descrito a continuación:

4.1.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en tres fases; fase pre campo, fase campo y fase post campo:

a. Descripción de fase de pre-campo

En esta etapa se planificó las actividades que se realizarían durante el desarrollo del trabajo de investigación con el objetivo de prever y proveer los materiales y equipos necesarios. Se realiza la búsqueda, recolección y procesamiento de información de diversas fuentes bibliográficas en relación al tema de investigación y al área de estudio.

b. Fase campo

En esta etapa de trabajo se procedió a realizar el reconocimiento del área de estudio, así como la recopilación de la información técnica, operativa y administrativa, se realiza la inspección técnica al botadero Rayhuana, con la finalidad de conocer las características relativas a su diseño y operación, además se efectúa la observación directa de las características ambientales y sociales del área de estudio aplicándose entrevistas al personal del botadero.

El botadero municipal se encuentra en una pendiente del cerro Huachhuacocha en el paraje denominado Rayhuana, conformada por tierra suelta con presencia de roca dura y una formación cavernosa de aprox. 50 m de profundidad que fue aprovechada para la disposición de residuos sólidos sin un criterio técnico para este fin.

El área del terreno es de 15,917.28 m², cercano al radio urbano de la ciudad de Huayllay con un perímetro de 566.97 mL, con erosiones pronunciadas la cual puede desestabilizar y deslizar el botadero, por estas características el terreno durante la temporada de lluvia presenta fuentes de agua, ocasionando problemas de infiltración al botadero y esto genera mayor cantidad de lixiviados y desestabiliza el terreno.

Con el volumen se puede estimar el área requerida para la recuperación de Área Degradada que será necesario en el tiempo que dura el proceso de Implementar el Plan. (Tabla 12)

Tabla 12: Volumen y área requerida para el Plan de Recuperación de Área Degrada por Residuos Sólidos

Año	Población (hab)	ppc kg/habdía	Cantidad de desechos sólidos			Volumen desechos sólidos								Área requerida	
			Diaria (kg/día)	Anual (Kg)	Acumulado (ton/año)	Compactados				Estabilizados Anual m3	Relleno sanitario		Relleno Sanitario (m2)	Total Has	
						Diaria (m3)	mc	Anual (m3)	m.c. (m3/año)		Anual	Acumulado (m3)			
1	7,970	0.4	3,188	1,163,620	1,164	6	1	2,586	517	2,116	2,633	2,633	878	0.1	
2	8,042	0.4	3,217	1,174,093	2,338	6	1	2,609	522	2,135	2,657	5,289	1763	0.19	
3	8,114	0.41	3,327	1,214,276	3,552	6	1	2,698	540	2,208	2,747	8,037	2679	0.29	
4	8,187	0.41	3,357	1,225,204	4,777	7	1	2,723	545	2,228	2,772	10,809	3603	0.39	
5	8,261	0.42	3,470	1,266,383	6,044	7	1	2,814	563	2,303	2,865	13,674	4558	0.5	
6	8,335	0.42	3,501	1,277,781	7,321	7	1	2,840	568	2,323	2,891	16,565	5522	0.6	
7	8,410	0.43	3,616	1,319,978	8,641	7	1	2,933	587	2,400	2,987	19,552	6517	0.71	
8	8,486	0.43	3,649	1,331,858	9,973	7	1	2,960	592	2,422	3,013	22,566	7522	0.82	
9	8,562	0.44	3,767	1,375,097	11,348	7	1	3,056	611	2,500	3,111	25,677	8559	0.93	
10	8,639	0.44	3,801	1,387,423	12,736	7	1	3,083	617	2,523	3,139	28,816	9,605	1.04	

Fuente: Elaboración propia

c. Fase post campo

En esta etapa se realiza el análisis y sistematización de la información recolectada, cruzando información de lo recopilado por los diversos actores involucrados, lo observado en campo y de la información técnica obtenida.

Para la etapa de gabinete, la información documentada fue obtenida de las visitas in situ para el reconocimiento de campo y las visitas a diversas entidades como Ministerio del Ambiente (MINAM), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), bibliotecas y por último se recolectó documentación de libre acceso publicada en la Web con temática especializada en botaderos y rellenos sanitarios, para posterior aplicación de la metodología EVIAVE modificada.

4.1.2. Metodología CONAM

A partir de la información recopilada y recabada durante la fase de recopilación bibliográfica y mediciones de campo se evaluó su impacto bajo las metodologías de

CONAM, según la prioridad de clausura y según los impactos.

a. Categorización según la prioridad de clausura

De acuerdo a la tabla 13 se puede apreciar que el botadero Rayhuana bajo la metodología CONAM obtuvo un puntaje de 60 puntos (60%), por lo tanto, corresponde al rango de alto riesgo. Esta calificación consideró además que existe gran riesgo de contaminación del Bosque de Piedra el mismo que se encuentra en un distrito que desarrolla actividades turísticas. En consecuencia, el resultado obtenido llevaría a tomar la decisión de clausurar el botadero y posterior rehabilitación como un botadero controlado.

Tabla 13: Evaluación del botadero Rayhuana según la prioridad de clausura

Modelo 1: Según la prioridad de la clausura							
1. Cantidad de residuos y área que ocupa							
Calidad	Botadero pequeño		Botadero mediano		Botadero grande		Botadero muy grande
Puntaje	2,0		5,0		8,0		10,0
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día	0,5	20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t/día	3,0	+ de 100 t/día
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000 t	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	Hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t
2. Presencia de residuos peligrosos							
Calidad	Ninguno		Poco		Moderado		Abundante
Puntaje	0,0		5,0		10,0		15,0
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0,0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0,0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable
3. Tiempo de actividad del botadero							
Calidad	Botadero reciente		Bot medianamente reciente		Botadero antiguo		Botadero muy antiguo
Puntaje	2,0		5,0		8,0		10,
Tiempo de actividad del botadero	Hasta 1,9 años		de 2,0 a 4,9 años		De 5,0 a 9,9 años		+ de 10,0 años
4. Cercanía a poblados a viviendas							
Calidad	Favorable	Medianamente favorable		Poco favorable		Desfavorable	
Puntaje	1,0	7,0		14,0		20,0	
				Dentro de la población			

Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas	Apartado hasta 500 m de las viviendas más cercanas	Colindante a viviendas periféricas	
----------------------	---	--	------------------------------------	--

5. Por las características geofísicas de la zona

Calidad	Favorable		Medianamente favorable		Poco favorable		Desfavorable		
Puntaje	0,0		2,0		4,0		5,0		
Precipitación pluvial total anual	Muy seco	0,0	Seco	1,0	Moderado	2,0	Húmedo	2,0	
	menor 100 min		100 mm - 500 mm		500-1500 mm		+ de 1500 mm		
Temperatura promedio	Frio		0,0	Moderado	1,0	Cálido	2,0	Muy cálido	1,0
	0°C-11°C			12°C - 18°C		19°C - 24°C		25°C - 40°C	
Condiciones geológicas e hidrogeomórficas	Estable y no existe curso de agua subterráneas en el sitio o está a una profundidad mayor de 10m		0,0				No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10m de la superficie	2,0	

6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud

Calidad	Bajo riesgo		Moderado riesgo		Alto riesgo		Muy alto riesgo	
Puntaje	0,0		13,0		27,0		40,0	
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima	3,0	Moderada	9,0	Intensa	10,
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima	4,0	Moderada	9,0	Intensa	10,
Presencia de vectores	Mínima	0,0	Poca	3,0	Abundante	9,0	Muy abundante	10,

Quema de basura	No existe	0,0	Quema esporádica	3,0		Quema indiscriminada	10,
-----------------	-----------	-----	------------------	-----	--	----------------------	-----

Puntuación

Total: 60

b. Categorización según los impactos

En la tabla 14 se muestra la evaluación del botadero Rayhuana de acuerdo a la Metodología CONAM (según los impactos) obteniéndose un valor de 73.33% (22/30), con lo cual se puede deducir que el botadero es de alto riesgo ambiental para la zona, siendo las actividades socioeconómicas y de salud las más impactadas.

Tabla 14: Evaluación del botadero Rayhuana según los impactos

Impactos ambientales			
Suelo	Condición	Puntuación	
Área residuos	> 1 ha	1/1,0	ocupada por los
	<1 ha	0,0	
Tipo de residuo			
	Industrial	1,0	
	Municipal	0/0,0	
	Si	1/1,0	
Incompatibilidad de uso de suelo	No	0,0	
Presencia de lixiviados	Si	1/1,0	
	No	0,0	
Aire			
Presencia de biogás	Si	1/1,0	
Quema de residuos	No	0,0	
Presencia de olores desagradables	Si	0,5/0,5	
	No	0,0	
	Si	0,5/0,5	
	No	0,0	
Agua			
Presencia de lixiviados	Si	2/2,0	
	No	0,0	
Flora			
Daños a la vegetación	Si	1/2,0	
	No	0,0	
Fauna			
Proliferación de fauna nociva	Si	1/1,0	
	No	0,0	
Alteración de la fauna terrestre o acuática	Si	1/1,0	
	No	0,0	
Patrimonio cultural y natural			
Cerca o en sitios de patrimonio histórico religioso y turístico	Si	1,0	
	No	0/0,0	

Cerca o en áreas de reserva o protección natural	Sí	1/1,0
	No	0,0
	<i>Subtotal:</i>	<i>11,0</i>

Actividades socioeconómicas		
Presencia constante de grupos humanos	Sí	3/4,0
	No	0,0
Riesgo a la salud de los grupos humanos que viven en la zona o en los alrededores		2/4,0
Riesgo de contaminación de animales de consumo humano	Sí	
	No	0,0
Afectación de otras actividades (socioeconómicas, turísticas, etc.)	Sí	2,0
	No	0,0
	Sí	4/4,0
	No	0,0
	<i>Subtotal:</i>	<i>11,0</i>

Puntuación: **Total:** **22,0**

La evaluación y caracterización mediante los modelos 1 y 2 permiten definir que el botadero de Rayhuana tiene “alto riesgo”, por lo que es prioritaria la Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana.

c. Fase post campo

En esta etapa se realiza el análisis y sistematización de la información recolectada, cruzando información de lo recopilado por los diversos actores involucrados, lo observado en campo y de la información técnica obtenida.

Para la etapa de gabinete, la información documentada fue obtenida de las visitas in situ para el reconocimiento de campo y las visitas a diversas entidades como Ministerio del Ambiente (MINAM), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), bibliotecas y por último se recolectó documentación de libre acceso

publicada en la Web con temática especializada en botaderos y rellenos sanitarios, para posterior aplicación de la metodología EVIAVE modificada.

4.1.3. Metodología EVIAVE

a. Valoración de las variables de botadero

La valoración de las variables de los elementos del medio para el botadero Rayhuana, han permitido la determinación de los Índices de Riesgo de Contaminación de cada una de las variables de vertedero (IRC_j), para lo cual se ha tenido en cuenta el Coeficiente de Ponderación (P_j) justificado para cada una de ellas. En la tabla 15 se aprecia ponderación de las variables del botadero por cada elemento del medio.

Tabla 15: Clasificación y Ponderación

Variables		Clasificación (C _j)	IRC j = (C _j) x (P _j)						Fauna	Flora
			Aguas sup.	Aguas sub.	Atm.	Suelo	Salud y Soc.			
Diseño y Explotación	Asentamiento de la masa de residuos	5	5	15	5	10	5	5	5	5
	Cobertura diaria	4	8	8	8	8	12	8	8	8
	Cobertura final	4	12	8	8	8	16	12	8	8
	Compactación	5	10	10	10	10	10	10	5	5
	Control de gases	4		4	8	4	8	8	8	8
	Control de lixiviados	4	12	8		8	8	8	8	8
	Edad del vertedero	2	4	4	4	4	4	4	4	4
	Estado de caminos internos	5	5		5	5	5			
	Impenetrabilidad del punto de vertido	4	8	8		4		8	8	8
	Seguridad y vectores asociados	5					10			
Ubicación	Sistema de drenaje superficial	4	8	8				4	4	4
	Taludes	3	6	3	3	6	3	3	3	3
	Tamaño	3	6	6	6	6	6	3	3	3
	Tipo de residuos	4	8	8	8	8	8	8	8	8
	Distancia a infraestructuras	4					12			
	Distancia a cuerpos de agua superficial	4	12					8	8	8
	Distancia a núcleos poblados	5					15			
	Erosión	4				8		4	4	4
	Fallas	3		3						
	Morfología a cauces superficiales	4	8					8	8	8
Exposición	Precipitación	3	9	6	6	6	6	3	3	3
	Punto situado en zona inundable	1	2	2		2		2	2	2
	Riesgo sísmico	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Viento	2	2		4	2	10	4	4	2
	Visibilidad	5								
	Vulnerabilidad a las aguas subterráneas	1		2			78			
	Índice de Riesgo de Contaminación - Σ IRC j	108	94	128	106	65	102	143		
	Índice de Riesgo de Contaminación debido al diseño y explotación - Σ IRC j _o	79	78	92	90		81	95		
	Índice de Riesgo de Contaminación debido a la ubicación - Σ IRC ju	29	16	36	16	13	21	48		

Fuente: Elaboración propia

b. Probabilidad de Contaminación

Los resultados de la Probabilidad de Contaminación (Pbcj), Probabilidad de Contaminación debido a su ubicación (Pbc-u) y Probabilidad de Contaminación debido al diseño y explotación (Pbc-o), obtenidos de la aplicación de la metodología EVIAVE modificada mediante la aplicación de la ecuación 2, se muestran en la tabla 16.

Tabla 16: Probabilidad de Contaminación (Pbc) para cada elemento del medio en el botadero de Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE

		Pbc j (*)	Pbc o (**) / Pbc u (***)			
Elemento del medio		Valor Clasificación	Valor Clasificación	Valor Clasificación	Clasificación Aguas	
superficiales	0.82	Muy Alto	0.90	Muy Alto	0.65	Alto
Aguas subterráneas	0.70	Alto	0.88	Muy Alto	0.25	Bajo
Atmósfera	0.68	Alto	0.77	Alto	0.40	Medio
Suelo	0.66	Alto	0.76	Alto	0.41	Medio
Salud y Sociedad	0.98	Muy Alto	1.00	Muy Alto	0.95	Muy Alto
Fauna	0.66	Alto	0.82	Alto	0.42	Medio
Flora	0.63	Alto	0.75	Alto	0.43	Medio

(*) Probabilidad de contaminación/ (**) Probabilidad de contaminación debido a la explotación y al diseño (Pbc-o). / (***) Probabilidad de contaminación debido a la ubicación (Pbc-u) *Fuente: Elaboración propia*

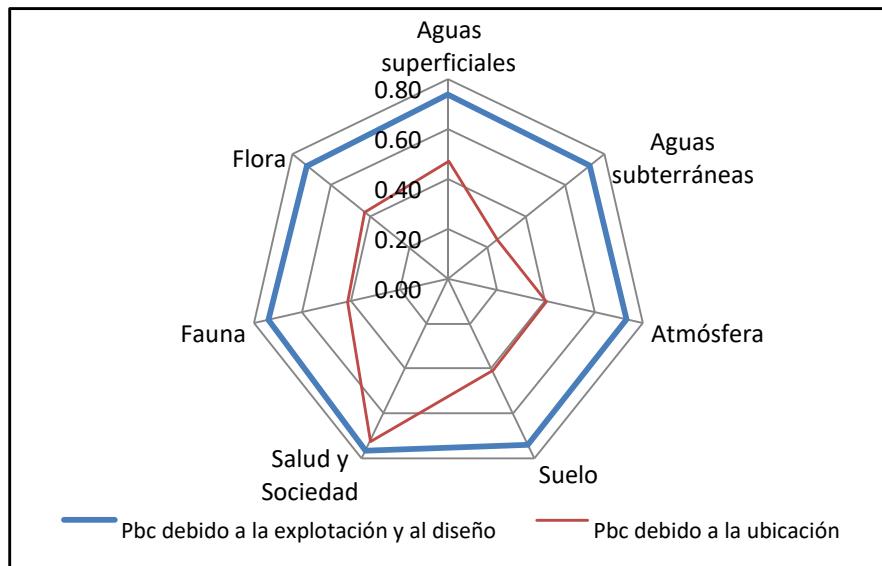
En la tabla 16, se muestra que los valores más elevados de las Probabilidades de Contaminación (Pbcj) clasificados como muy alta probabilidad corresponden al elemento “salud y sociedad” con 0.98; “aguas superficiales” con 0.82, “atmósfera”, “fauna” y “flora” con 0.65, y suelo con “0.66”. Además, el menor valor de la Probabilidades de Contaminación (Pbcj) obtenido corresponde al elemento “aguas subterráneas” con 0.70, el cual es clasificado como probabilidad alta.

Estos elementos del medio son altamente vulnerables debido al deficiente diseño y operación del botadero de Rayhuayna, ya que reciben los contaminantes provenientes del punto de vertido. Por ejemplo, el agua superficial, subterránea y el suelo reciben los lixiviados generados por el botadero, estos son recolectados en pozos de almacenamiento, los cuales no están diseñados adecuadamente; los gases generados por la descomposición de los residuos sólidos contribuyen al cambio climático y alguno de ellos son tóxicos, ocasionando la perdida de flora y fauna, y el deterioro de la salud de la población cercana.

Del análisis de los valores de la Probabilidad de Contaminación debido a la ubicación (Pbc-u) y la Probabilidad de Contaminación debido al diseño y explotación (Pbc-o) del botadero de Rayhuayna, se determina que el diseño y las actividades operativas presenta una mayor probabilidad de contaminación de elementos del medio a comparación con el criterio de ubicación del punto de vertido. Por lo tanto, estos resultados son representativos de la realidad existente en el botadero de Rayhuayna.

En el grafico 1 se observa la diferencia existente entre ambas probabilidades de contaminación, demostrando la problemática existente en el diseño y el estado de explotación del punto de vertido en el momento de la visita técnica.

Gráfico 1: Probabilidad de contaminación debido a la ubicación y probabilidad de contaminación debido al diseño y explotación para el Botadero Rayhuana



Elaboración propia

c. Valores ambientales

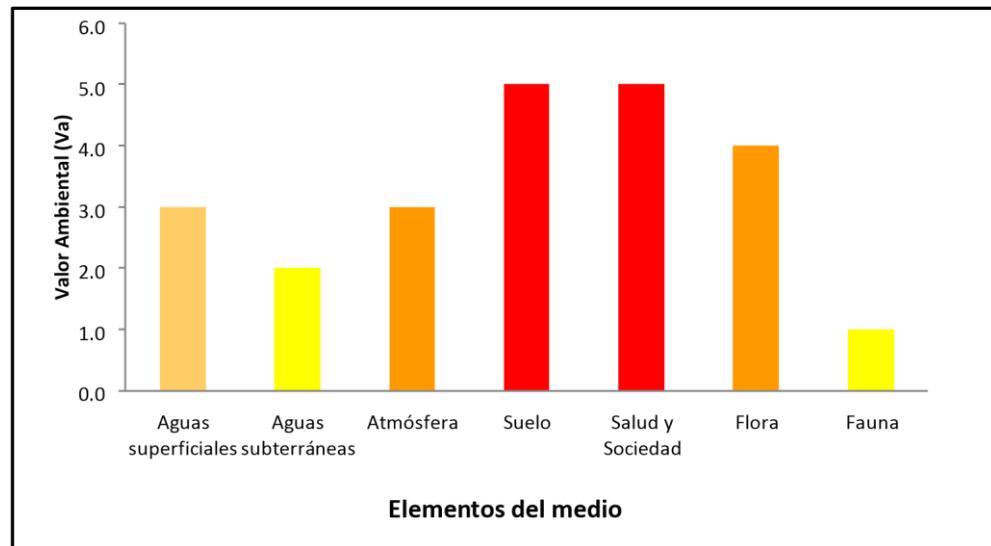
Se realizó la cuantificación y clasificación el *Valor Ambiental* para cada uno de los elementos del medio, mediante los descriptores ambientales ya determinados y las expresiones matemáticas N° 2, 3,4, y 5 formuladas. Este índice permite tener en cuenta la consideración ambiental de cada uno de los componentes medioambientales. En la tabla 17 se presentan el valor ambiental para cada elemento del medio.

Tabla 17: Valores ambientales para cada uno de los elementos del medio del Botadero Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE

Elemento	Valor	Clasificación
Aguas superficiales	3,00	Medio
Aguas subterráneas	2,00	Bajo
Atmósfera	3,00	Medio
Suelo	5,00	Muy Alto
Salud y Sociedad	5,00	Muy alto
Flora	4,00	Alto
Fauna	1,00	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Valores ambientales para cada uno de los elementos del medio del Botadero Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE.



Fuente: Elaboración propia

El grafico 2 muestra los resultados obtenidos para cada elemento del medio, se observa que los mayores valores ambientales (VA) son los correspondientes a los elementos “suelo” y “salud y sociedad” clasificados como muy alto; “flora” alto, mientras que los elementos “agua superficial” y “atmósfera” el VA se clasifica como riesgo ambiental medio; para el elemento “agua subterránea” el VA es

clasificado como riesgo ambiental bajo, y para el elemento “fauna” el VA es clasificado como riesgo ambiental muy bajo.

d. Índice de Riesgo Ambiental

La Probabilidad de Contaminación permite cuantificar la posible interacción del punto de vertido con los diferentes elementos del medio, finalmente ésta dependerá del Valor Ambiental; razón por la cual, ha sido necesario considerar los dos índices determinados en el nivel anterior, dando como resultado el Índice de Riesgo Ambiental (IRA). Para la determinación del Índice de Riesgo Ambiental (IRA) se empleó la ecuación 7, los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología EVIAVE modificada en el botadero de Rayhuana se presentan en la tabla siguiente:

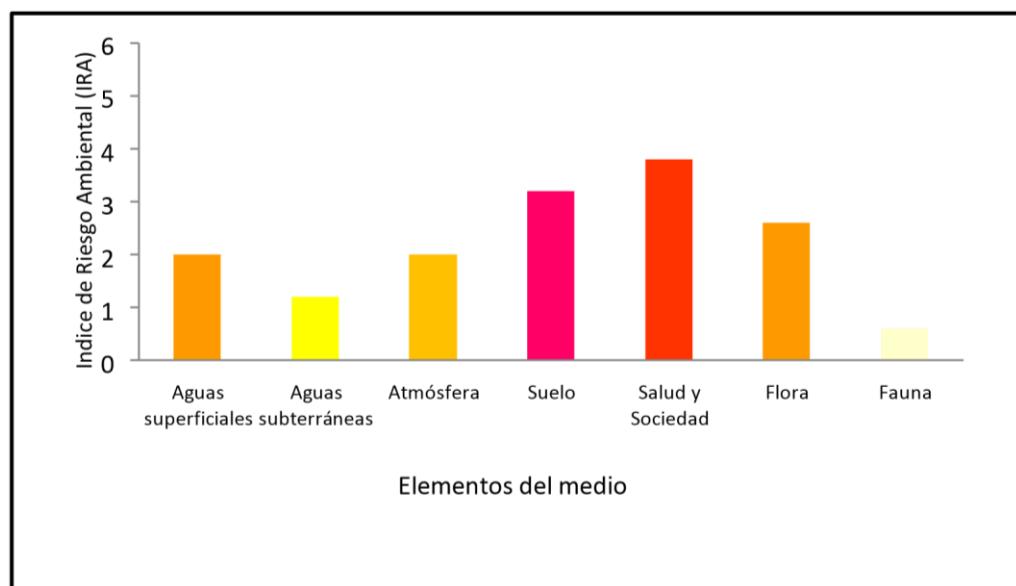
Tabla 18: Índice de Riesgo Ambiental (IRA) para cada elemento del medio, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE en el Botadero Rayhuana

Elementos	Índice de Riesgos Ambiental (IRA)	
	Valor	Calificación
Aguas superficiales	2.45	Medio
Aguas subterráneas	1.39	Bajo
Atmósfera	2.04	Medio
Suelo	3.30	Alto Muy Alto
Salud y Sociedad	4.91	
Flora	2.60	Medio
Fauna	0.63	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos para cada elemento del medio, se observa que los mayores valores de Índice de Riesgo Ambiental (IRA) son los correspondientes a los elementos “salud y sociedad” presenta riesgo muy alto, “suelo” clasificado como alto; mientras que los elementos “agua superficial”, “atmósfera” y “flora”, el IRA se clasifica como riesgo ambiental medio; para el elemento “agua subterránea” el IRA es clasificado como riesgo ambiental bajo, y para el elemento “fauna” el IRA es clasificado como riesgo ambiental muy bajo.

Gráfico 3: Índice de Riesgo Ambiental para cada elemento del medio para cada elemento del medio, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE en el Botadero de Rayhuana



Fuente: Elaboración propia

Estos resultados pueden justificarse por la deficiente explotación del botadero Rayhuana, manifestando el riesgo de afección al hombre originado por la inadecuada explotación y diseño de la infraestructura de disposición final y la proximidad de núcleos poblados al punto de

vertido. La localidad de Huayllay está ubicado a aproximadamente 300 metros del botadero, y sus pobladores son los más susceptibles de ser afectados por las emisiones atmosféricas y escurrimiento de lixiviados del punto de vertido.

e. Índice de Interacción Medio - Vertedero

Se evalúa de forma conjunta las diferentes afecciones a cada elemento del medio considerado y pretende ser representativo del estado ambiental en la interacción punto de vertido – entorno ambiental.

Para la determinación del Índice Medio Vertedero (IMV) se ha utilizado la expresión matemática 10, en la tabla 19 se presentan los resultados.

Tabla 19: Índice de Interacción Medio Vertedero (IMV) para el Botadero de Rayhuana, mediante la aplicación de la metodología EVIAVE

Vertedero	Índice de Interacción Medio Vertedero (IMV)	
	Valor	Clasificación
Botadero de Rayhuana	17.33	Alta

Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido del Índice de Interacción del Medio – Vertedero (IMV) para el Botadero Rayhuana. Este resultado muestra una afección ambiental calificada como alta, debido a la problemática ambiental existe aún en el punto de vertido, pese a las mejoras técnicas realizadas, corroborando el deficiente sistema de drenaje de lixiviados, el inexistente tratamiento de los lixiviados generados, y el incumplimiento de la cobertura final de dicha área, la falta de compactación y cobertura diarios de los residuos dispuestos.

4.1.4. Comparación de resultados de la aplicación de las metodologías

CONAM y EVIAVE modificado

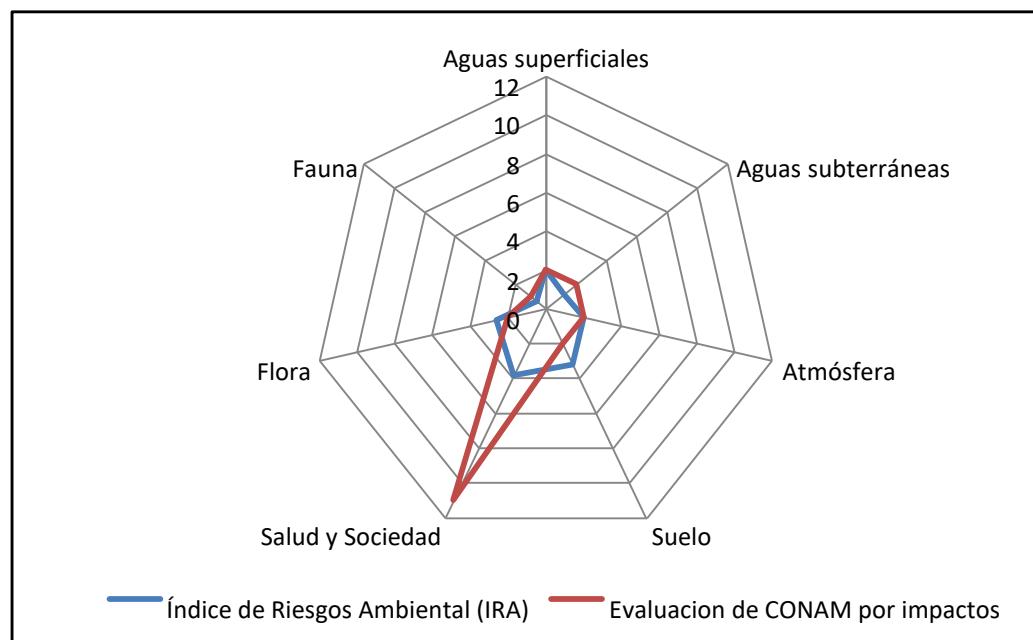
En la tabla 20, se presenta un resumen de los resultados de la evaluación del botadero Rayhuana bajo las tres metodologías utilizadas. El puntaje total obtenido varía de acuerdo a la metodología, siendo la más alta la obtenida por la metodología por impactos (73.33%) y la más baja por la metodología EVIAVE (69.32%).

Tabla 20: Comparación de resultados del botadero Rayhuayna por metodologías de evaluación.

Metodología	Total	Categorización de riesgo / Clasificación	Acción a realizar
EVIAVE (IMV)	69.32% (17.33/25)	Alto	Recuperación de área degradada
CONAM por prioridad de clausura (%)	60%	Moderado riesgo	
CONAM por impactos (%)	73.33%	Alto Riesgo	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Comparación de resultados de evaluación ambiental del botadero Rayhuayna



Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados obtenidos de la evaluación ambiental del botadero de Rayhuana (grafico 4), mediante la aplicación de la metodología propuesta en la “Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos” y la aplicación de la metodología EVIAVE adaptada al marco técnico legal del Perú, se determina que existe similitud en los resultados, ya que el riesgo ambiental obtenido en ambos es “alto”. La diferencia existente entre la metodología EVIAVE, se basa en la consideración de los siete elementos o componentes ambientales, los descriptores ambientales para cada elemento y las 26 variables relacionadas con la ubicación, diseño y operación de vertederos; lo que conlleva a desarrollar una evaluación y diagnóstico de puntos de vertido de manera detallada y minuciosa.

Ambas metodologías coinciden que la acción inmediata de implementar, Plan de Recuperación de Área Degradada por Residuos Sólidos municipales (Ver Anexo V), considerando lo siguiente: las características del área degradada; las actividades de recuperación; las medidas para la gestión de riesgos y respuesta a los eventuales accidentes; las acciones de monitoreo y vigilancia; las acciones para el cierre definitivo de la celda transitoria (en caso corresponda); entre otros aspectos considerados por el Ministerio del Ambiente. (MINAM).

4.1.5. Propuesta de Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales

En el presente ítem se presentan alternativas de solución de Recuperación, considerando lo siguiente: las características del área degradada, las actividades de recuperación, las medidas para la gestión de riesgos y respuesta a los eventuales accidentes, las acciones de monitoreo y vigilancia,

las acciones para el cierre definitivo de la celda transitoria (en caso corresponda), entre otros aspectos considerados por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

El terreno pertenece a la comunidad campesina de Rayhuana y en parte al Estado por ubicarse en la franja marginal.

Los elementos básicos proyectados para desarrollar las operaciones en el botadero controlado de Rayhuana son:

- Recepción de los residuos sólidos.
- Construcción de la infraestructura perimetral: Vías de acceso - Drenaje perimetral de aguas de lluvia
- Construcción de la infraestructura del botadero - Plataforma de operaciones
- Disposición final de los residuos sólidos
- Construcción del sistema de evacuación de lixiviados
- Construcción del pozo para el almacenamiento temporal y tratamiento de lixiviados
- Construcción del ducto de re-circulado de lixiviados
- Construcción del sistema de tratamiento de emisiones de gases
- Construcciones auxiliares del proyecto
- Cerco perimétrico
- Área de antiguamiento y protección
- Casetas de control y almacén
- Instalaciones sanitarias
- Carteles de presentación y señalización
- Construcción de vías de acceso interior
- Drenaje perimetral de aguas de lluvia

- Construcción de canales de evacuación de aguas superficiales
- Construcción de los pozos de monitoreo (Ver Anexo V)

4.1.6. Prueba de hipótesis

Contrastación de Hipótesis General

La hipótesis se contrasta mediante el análisis paramétrica ANOVA usando un intervalo de confianza del 95 % (nivel de significancia de $\alpha= 0,05$) utilizando el paquete estadístico implementado en Excel; modelo que permite hacer comparaciones entre Evaluacion de Impacto Ambiental de Vertederos (EVIAVE) y Plan de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero Rayhuana, distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.

Para realizar la prueba estadística se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: "La aplicación de las metodologías evaluación de impacto ambiental, no influye en el Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana".

Ha: "La aplicación de las metodologías evaluación de impacto ambiental, influye en el Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana".

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Estadística de prueba: Anva

Tabla 21: Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6.651607143	1	6.651607143	9.469282264	0.009587312	4.747225347
Dentro de los grupos	8.429285714	12	0.702440476			
Total	15.08089286	13				

Fuente: Elaboración propia

Aplicando el análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% ($\alpha=0.05$) se obtuvo un valor de $F=9.46$ y $P=0.009$ ($P<0.05$) por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Se concluye que a un nivel de confianza del 95% hay una incidencia significativa en el Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana. (Tabla 21)

4.2. Discusión de resultados

a. Sobre la evaluación

La aplicación de las 2 metodologías (CONAM y EVIAVE) fue caracterizar, diagnosticar y evaluar los impactos ambientales del botadero Rayhuayna mediante una serie de índices que, basándose en observaciones y datos relativos al diseño del vertedero y el lugar donde se ubica, permitan, de una manera sencilla, rápida y económica, conocer la problemática ambiental del punto de vertido así como la toma de decisiones para la implementación del Plan de Recuperación de Áreas

Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana, distrito de Huayllay.

Nuestro resultado concuerda plenamente con lo mencionado, en la tesis “Modificación de la Metodología EVIAVE bajo el contexto técnico y jurídico de Colombia”, (Gabriela Arrieta, 2016) en el sentido que la aplicación de la metodología

EVIAVE modificada en vertederos ha permitido concluir:

- Los valores obtenidos para los diferentes índices ambientales (Pbc, Va, IRA e IMV) son acordes con las características de ubicación del relleno y su nivel de operación.
- Dado que la metodología EVIAVE cuantifica el IRA para cada elemento del medio, se muestra como una herramienta útil para diagnosticar la idoneidad ambiental y legal de la ubicación de los puntos de vertido, así como en la fase de Seguimiento y Control de vertederos, permitiendo identificar los niveles de afección al medio, así como las posibles mejoras en su operación.

b. Sobre la prueba de hipótesis y su contrastación

La hipótesis se contrasta mediante el análisis paramétrica ANOVA usando un intervalo de confianza del 95 % (nivel de significancia de $\alpha= 0,05$) utilizando el paquete estadístico implementado en Excel; modelo que permite hacer comparaciones entre Evaluacion de Impacto Ambiental de Vertederos (EVIAVE) y Plan de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero Rayhuana, distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.

Para realizar la prueba estadística se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): "La aplicación de las metodologías evaluación de impacto ambiental, no influye en el Plan de Recuperación de Areas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana".

Hipótesis de trabajo (Ha): "La aplicación de las metodologías evaluación de impacto ambiental, influye en el Plan de Recuperación de Areas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales en el botadero Rayhuana".

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Estadística de prueba: Anva

CONCLUSIONES

El presente estudio llegó a las siguientes conclusiones:

- Mediante la aplicación de la metodología EVIAVE en el botadero de Rayhuana se obtuvo que los valores más elevados de la Probabilidades de Contaminación (Pbcj), entre 0.63 y 0.98 clasificados como alta probabilidad, corresponden a los elementos del medio: salud y sociedad, aguas superficiales, atmósfera, suelo, flora y fauna; estos elementos son altamente vulnerables debido al deficiente diseño y operación del vertedero. Los valores de la Probabilidad de Contaminación debido a la explotación y diseño (Pbc-o) entre 0.43 y 0.95, que representa para todos los elementos del medio considerados, una mayor posibilidad de contaminación en la etapa de operación o explotación del botadero Rayhuana, a diferencia de los valores obtenidos para la Probabilidad de Contaminación debido a la ubicación (Pbcu).
- El Valor Ambiental (Va) obtenido para los elementos “suelo”, “salud y sociedad” fue 5,00 y de acuerdo a la escala de la metodología EVIAVE es calificado como un valor ambiental muy alto, para el elemento “flora” se obtuvo un puntaje 3.67 y es calificado como alto, para el elemento “aguas superficiales” y “atmosfera” un puntaje de 3 y es calificado como medio, para elemento “agua subterránea” un puntaje de 2 y es calificado como bajo, y para el elemento “fauna” se obtuvo un puntaje de 1 y es calificado como muy bajo. Los valores ambientales indica la susceptibilidad ambiental de los elementos del entorno en el que se ubica el Botadero de Rayhuana.

El Índice de Riesgo Ambiental (IRA) obtenido para el elemento “salud y sociedad” obtuvo un valor clasificados como muy alto; mientras que los elementos “agua superficial”, “atmósfera” y “flora”, el IRA se clasifica como riesgo ambiental medio;

para el elemento “agua subterránea” el IRA es clasificado como riesgo ambiental bajo, y para el elemento “fauna” el IRA es clasificado como riesgo ambiental muy bajo. El IRA establece la interacción de las amenazas representadas por el botadero de Rayhuana y la vulnerabilidad ambiental para cada elemento del medio considerado, permitiendo diagnosticar el riesgo de afección y la aplicación de medidas de control.

El botadero Rayhuayna es clasificado como un botadero de alto impacto ambiental (IMV 17.33) de acuerdo a la evaluación ambiental por la metodología EVIAVE modificado. Siendo las variables del botadero con mayor riesgo de impacto sobre los elementos del medio la compactación, cobertura final, tipo de residuo, control de lixiviados, asentamiento de residuos, cobertura diaria, talud, tamaño de vertadero, control de gases, estado de caminos internos y sistema de drenaje superficial colindantes a la zona e expuestos a las crecidas de la quebrada Huachhuacocha. Asimismo, el orden de impacto ambiental en los elementos del medio, de mayor a menor, es el siguiente: salud y sociedad, atmósfera, aguas superficiales, suelo y aguas subterráneas. Así mismo es categorizado de alto y muy alto riesgo de acuerdo a las metodologías CONAM por la prioridad de clausura y por impactos respectivamente.

- Al comparar los resultados de la aplicación de la metodología propuesta en la “Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos” y la aplicación de la metodología EVIAVE modificado según el marco técnico legal del Perú, se determina que existe similitud en los resultados, ya que el riesgo ambiental obtenido en ambos es “alto”. La diferencia existente entre la metodología EVIAVE, se basa en la consideración de los siete elementos o componentes ambientales, los descriptores ambientales para cada elemento y las

26 variables relacionadas con la ubicación, diseño y operación de vertederos; lo que conlleva a desarrollar una evaluación y diagnóstico de puntos de vertido de manera detallada y minuciosa.

Ambas metodologías coinciden que la acción inmediata de implementar, Plan de Recuperación de Área Degradada por Residuos Sólidos municipales, considerando lo siguiente: las características del área degradada; las actividades de recuperación; las medidas para la gestión de riesgos y respuesta a los eventuales accidentes; las acciones de monitoreo y vigilancia; las acciones para el cierre definitivo de la celda transitoria (en caso corresponda); entre otros aspectos considerados por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad distrital de Huayllay implementar el Plan de Recuperación de Área Degradada por Residuos Sólidos municipales considerando que el proyecto de inversión debe encontrarse registrado como viable en el Banco de Inversiones y es responsable de la recuperación de áreas degradadas y se encuentra obligada a ejecutar el proyecto de inversión de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos (en adelante, Proyecto de Inversión), sin perjuicio de las responsabilidades civiles o penales a que hubiere lugar.
2. Así mismo el desarrollo del proyecto de inversión se debe realizar dentro del ciclo de inversión del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte. pe), el cual contempla cuatro (4) fases: programación multianual de inversiones (PMI), formulación y evaluación (FYE), ejecución, y funcionamiento. Cabe resaltar que este tipo de proyectos, de acuerdo con la complejidad y los recursos involucrados para recuperar el área degradada por residuos sólidos, se presentará con una ficha técnica (para proyectos de inversión estándar) o estudios de pre inversión.
3. Se recomienda continuar estudios similares que fortalezcan las iniciativas emprendidas y así poder mejorar la evaluación en otros botaderos, con fines de mejorar y alcanzar criterios técnicos a los municipios encargados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, G; Rossin, A; Teixeira, PF; Zepeda, F. 2008. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en américa latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud. Serie Ambiental N° 18.
- Brack Egg, A; Mendiola Vargas, C. 2012. Ecología del Perú. Perú. Editorial Bruño.
- Calvo Redruejo, F; Zamorano, M; Moreno, B. 2002. Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos como herramienta en la planificación ambiental. Colegio de Ing. De C., C. y P. Madrid. 965-975.
- CEPIS-BS, OPS, 2007. Riesgos a la salud por la crianza de cerdos alimentados en sitios de disposición final de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Lima, Perú. Investigación bibliográfica.
- CONAM (Consejo Nacional del Ambiente, PE); CEPIS/OPS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). 2004. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. 98 p.
- Decreto Supremo N° 017-2009-AG. 2009. Aprueban Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso mayor.
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. 2008. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Defensoría del Pueblo. 2019. Informe Defensorial N° 181.
- Espinace A, R; Palma G, J; Szanto N, M; Olaeta C, JA. 1998. Recuperación de áreas controladas como botaderos de R.S.U. Experiencias y proposiciones. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/residuos/recuarea.html>
- Farro Peña, G; Bolaños Gil, H; Muyasón Oblitas, Y; Pecho Manyari, I; Chavez Alayo, A; Campos Coronel, H; Davila, C. 2008. Evaluación del plan de cuidados

- sanitarios sobre salud ocupacional de familias que trabajan en el reciclado de basura en Lomas de Carabayllo. Rev. Enferm. Herediana. 1(2): 119-122.
- Finol, W.; Hernández, O. & Ocando, M. (2019) Consideraciones epistemológicas del saber ambiental, Artículo: Universidad del Zulia, Venezuela.
- Garrido Vegara, ME. 2008. Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos, adaptación para su informatización utilizando técnicas difusas y su aplicación en vertederos de Andalucía. Tesis Dr. Granada, España. Universidad de Granada. 508 p.
- Hernández Barrios, CP; Wehenpohl, G. 2000. Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos a cielo abierto en el Estado de Mexico. Mexico, D.F. Secreatria de Ecologia. 59 p.
- Jaramillo, J. 1997. Guía para el diseño, construcción y operación de relleno sanitarios manuales. Washington DC: OPS. Serie Técnica N° 28.
- Kiwitt López, U. 2009. Caracterización y categorización de los botaderos de Lima. Deutscher Entwicklungsdienst. 74 p.
- Lévinas, Emmanuel (2001). La realidad y su sombra: Libertad y mandato, trascendencia y altura. España. Editorial Trotta.
- Leff, Enrique (1998). Saber ambiental. Madrid, España. Siglo XXI editores, S.A. Pp. 43.
- Leff, Enrique (2011). Aventuras de la epistemología ambiental. México. Siglo XXI editores, S.A. Pp. 103.
- Llamas, S; Mercante, IT; Martinengo, PD. 2011. Reinserción de un antiguo basural para uso agrícola en la provincia de Mendoza, Argentina. Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima. 2011: 380-385.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2011. Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado. Lima, Perú. 137 p.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2014. Sexto Informe Nacional de Residuos del Ámbito de la Gestión Municipal y No Municipal 2013. Lima, Perú. 137 p.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2018. Información reportada por los gobiernos locales mediante la plataforma SIGERSOL y Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2015. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal - Memoria Descriptiva. Primera ed. Ministerio del Ambiente - Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

MINEM (Ministerio de Energía y Minas, PE). 1993. Protocolo de monitoreo de calidad de agua. Sub Sector Minería. Dirección General de Asuntos Ambientales Proyecto EMTAL.58 p.

OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, PE). 2014. Reporte de Fiscalización a Entidades 3. La inadecuada disposición final de Residuos en el Perú. Los 20 botaderos más críticos. Perú.

OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, PE). 2015. Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial. Informe 2013-2014. Perú. 100 p.

Paolini Méndez, AY. 2007. Validación de la metodología EVIAVE en vertederos de Venezuela. Análisis y propuestas de soluciones. Tesis Dr. Granada, España. Universidad de Granada. 830 p.

Reglamento de la Ley 29338 Ley de Recursos Hídricos. 2010. Ministerio de Agricultura. Autoridad Nacional del Agua. 81 p.

Resolución N° 0631 17 de marzo 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Robles Martinez, F; Moralez Lopez, Y; Piña Guzman, AB; Espinola-Serafin, O; Tovar Galvez, LR; Valencia del Toro, G. 2011. 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.

Salazar Gámez, LL. 2009. Planes de Manejo Ambiental en la clausura de botaderos a cielo abierto. Universidad del Norte. 12 p.

Secretaría del Convenio de Estocolmo. 2007. Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales conforme al Artículo 5 y Anexo C del convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Quema a cielo abierto de desechos, incluida la quema en vertederos. PNUMA. Ginebra, Suiza. 31 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). 2013. Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011. Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Lima, Peru. 69 p

ANEXOS

ANEXO I
INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
METODOLOGÍA PARA LA CATEGORIZACIÓN DE UN BOTADERO

1. Cantidad de residuos y área que ocupa								
Calidad Puntaje	Botadero pequeño 2,0		Botadero mediano 5,0		Botadero grande 8,0		Botadero muy grande 10,0	
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más	3,0
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día		20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t/día	3,0	+ de 100 t/día	3,0
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000 t	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	Hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t	4,0
2. Presencia de residuos peligrosos								
Calidad Puntaje	Ninguno 0,0		Poco 5,0		Moderado 10,0		Abundante 15,0	
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0,0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7,5
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0,0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable	7,5
3. Tiempo de actividad del botadero								
Calidad Puntaje	Botadero reciente 2,0		Bot medianamente reciente 5,0		Botadero antiguo 8,0		Botadero muy antiguo 10,	
Tiempo de actividad del botadero	Hasta 1,9 años		de 2,0 a 4,9 años		De 5,0 a 9,9 años		+de 10,0 años	
4. Cercanía a poblados: viviendas								
Calidad Puntaje	Favorable 1,0		Medianamente favorable 7,0		Poco favorable 14,0		Desfavorable 20,0	
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas		Apartado hasta 500 m de las viviendas más cercanas		Colindante a viviendas periféricas		Dentro de la población	
5. Por las características geofísicas de la zona								
Calidad Puntaje	Favorable 0,0		Medianamente favorable 2,0		Poco favorable 4,0		Desfavorable 5,0	
Precipitación pluvial total anual	Muy seco 0,0	0,0	Seco 1,0	Moderado 2,0	Húmedo 3,0	4,0	Humedo 5,0	20
	menor 100 mm		100 mm - 500 mm		500-1500 mm		+ de 1500 mm	
Temperatura promedio anual	Frio 0,0	0,0	Moderado 1,0	Cálido 2,0	Muy cálido 3,0	4,0	25°C - 40°C	1,0
	0°C-11°C		12°C - 18°C		19°C - 24°C			
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable (**) y no existe curso de agua subterráneo en el sitio o está a una profundidad mayor de 10 m	0,0					No estable y existe curso de agua subterráneo en el sitio a una profundidad menor de 10 m de la superficie	20
6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud								
Calidad Puntaje	Bajo riesgo 0,0		Moderado riesgo 13,0		Alto riesgo 27,0		Muy alto riesgo 40,0	
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima 3,0	Moderada 6,0	9,0	Intensa 12,0	15,0	
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima 4,0	Moderada 8,0	12,0	Intensa 16,0	20,0	
Presencia de vecinos	Mínima 0,0	Poca 3,0	Abundante 9,0	Muy abundante 18,0	27,0			
Quema de basura	No existe 0,0	Quema esporádica 3,0				Quema intensificada 12,0	18,0	
Máxima puntuación				Total: 100				

METODOLOGÍA PARA LA CATEGORIZACIÓN DE UN BOTADERO SEGÚN LOS IMPACTOS

Impactos ambientales		
Suelo	Condición	Puntuación
Área ocupada por los residuos (1)	> 1 ha	1,0
	<1 ha	0,0
Tipo de residuo	Industrial	1,0
	Municipal	0,0
Incompatibilidad de uso de suelo	Sí	1,0
	No	0,0
Presencia de lico viados	Sí	1,0
	No	0,0
Aire		
Presencia de biogás	Sí	1,0
	No	0,0
Quema de residuos	Sí	0,5
	No	0,0
Presencia de olores desagradables	Sí	0,5
	No	0,0
Agua		
Presencia de lico viados	Sí	2,0
	No	0,0
Flora		
Daños a la vegetación	Sí	2,0
	No	0,0
Fauna		
Proliferación de fauna nociva	Sí	1,0
	No	0,0
Alteración de la fauna terrestre o acuática	Sí	1,0
	No	0,0
Patrimonio cultural y natural		
Cerca o en sitios de patrimonio histórico religioso y turístico	Sí	1,0
	No	0,0
Cerca o en áreas de reserva o protección natural	Sí	1,0
	No	0,0
		<i>Subtotal:</i> 14,0
Actividades socioeconómicas y de salud		
Presencia constante de grupos humanos	Sí	4,0
	No	0,0
Riesgo a la salud de los grupos humanos que viven en la zona o en los alrededores	Sí	4,0
	No	0,0
Riesgo de contaminación de animales de consumo humano	Sí	4,0
	No	0,0
Afectación de otras actividades (socioeconómicas, turísticas, etc.)	Sí	4,0
	No	0,0
		<i>Subtotal:</i> 16,0

Máxima puntuación:

Total: 30,0

FICHA PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS SOBRE LOS FACTORES AMBIENTALES Y SOCIPOLÍTICOS PROPUESTA POR CALVO (2003)

GEOLOGÍA	Formaciones geológicas	Roca volcánica			
		Roca sedimentaria			
		Roca plutónica hipabisales			
		Roca metamórfica			
		Depósito no consolidado			
	Fallas				
Riesgo sísmico	0,2g	0,5g			
	0,3g	0,6g			
	0,4g	0,7g			
GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA GENERAL	TOPOGRAFÍA LOCAL	Valle fluvial.	Cuenca. - <u>Río</u> .	Borde de páramo.
			Planicie litoral	Divisoria - Teso.	Ladera.
			Glaciar.	Páramo.	Cuerda de ladera -
			Duna activa.	Acantilado.	Vaguada de ladera.
			Cerro rionegro.	Loma.	Cono de derrumbes
			Cubeta de erosión - Montaña	Morena frontal.	Glacis.
			montaña	<u>Río</u> - Ríbera de río.	Ladera ondulada
			Media	Fondo/cauce de río/arojo.	Vaguada
			Pie de monte -	Fondo/cauce de rambla.	Ríbera de arroyo o río.
	Meseta	Marjén de embalse.	Ríbera de rambla, Fondo/cauce río torrencial.		
Llanura baja	Soto.	Llano			
Llanura litoral		Vaso de embalse - Cola de embalse.			
Valle					
Costa bética					
Carrión.					
Casas.					
Pendientes	0-5%	15-20%			
	5,1-10%	20-25%			
	10-15%	25-100%			
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Presencia de aguas superficiales	Cuerpos de agua			
		Hydrología superficial			
	Riesgo de inundación	Inundación histórica			
		Zonas de inundación			
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	Períodos				
	Permeabilidad sustrato				
	Importancia hidrogeológica				
CLIMA	Precipitaciones	Precipitación máxima diaria			
		Lluvia útil			
	Tipo de clima				
	Altitud				
	Exposición a vientos				
USOS DEL SUELO	Clasificación del suelo	I	VI		
		II	VII		
		III	VIII		
		IV	Parques naturales/Parques nacionales		
	FLORA Y FAUNA ASOCIADAS	Fallas: <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	<input checked="" type="checkbox"/>	<p><u>pino</u> - <u>matorral</u> - <u>estepario</u> - <u>arborescente</u> - <u>matorral</u> - <u>espino</u> - <u>de serranías</u> - <u>matorral</u> - <u>espinoso</u> - <u>de secano</u> - <u>costerío</u> - <u>matorral</u> - <u>esclerófilo</u> - <u>andino</u> - <u>eucaliptos</u> - <input checked="" type="checkbox"/></p>		<p><u>dunas</u> - <u>cultivos</u> - <u>bosque</u> - <u>esclerófilo</u> - <u>costerío</u> - <u>bosque</u> - <u>caducifolio</u> - <u>santiago</u> - <u>bosque</u> - <u>bajo</u> - <u>matorral</u> - <u>otros</u> - <input checked="" type="checkbox"/></p>	

ZONAS DE EXCEPCIÓN	Áreas de protección.	áreas protegidas áreas propuestas de protección jardín botánico parque natural protección por planes reguladores	recursos turísticos reservas nacionales santuarios de la naturaleza ninguna
		zona industrial propuesta zona industrial vigente.	Puente Redes viales principales Redes viales secundarias
INFRAESTRUCTURAS	Infraestructura vial	línea férrea. Línea férrea proyectada	
	Energía y comunicaciones	Aeródromos. Canales de regadío Canchas de aterrizaje. Gaseoductos gasandes.	Gaseoductos trasandino. Oleoducto Red de alta tensión. Subestación eléctrica.
	Núcleos de población		

**TABLAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE
CONTAMINACIÓN A LOS ELEMENTOS DEL MEDIO**

Variable	Clasificación (C _j)		Condición
	Muy bajo	1	
	Bajo	2	Bajo
	Medio	3	Medio
			Se cumplen tres de las situaciones c), d), e) y f), independientemente del cumplimiento de las dos primeras.

Asentamiento de la masa de residuos	Alto	4	Alto	Se cumplen dos de las situaciones c), d), e) y f), independientemente del cumplimiento de las dos primeras.
	Muy alto	5	Muy alto	Se cumplen sólo una o ninguna de las situaciones c), d), e) y f), independientemente del cumplimiento de las dos primeras.
Cobertura diaria	Muy bajo	1	Muy satisfactorio	Material adecuado con puesta en obra satisfactoria.
	Bajo	2	Satisfactorio	Material adecuado con puesta en obra media o bien material medio con puesta en obra satisfactoria.
	Medio	3	Regular	Material de cobertura adecuado con puesta en obra deficiente, Material de cobertura medio con puesta en obra satisfactoria o material de cobertura no adecuado con puesta en obra adecuada.
	Alto	4	Deficiente	Material medio con puesta en obra deficiente o material no adecuado con puesta en obra media.
	Muy alto	5	Inadecuado o inexistente	Material de cobertura no adecuado con puesta en obra deficiente o material de cobertura inexistente.
Cobertura final	Muy bajo	1	Muy adecuada	Se cumplen todos los requisitos del Decreto 1/97, incluida la existencia de la capa drenante de gases.
	Bajo	2	Adecuada	Se cumplen todas excepto la existencia de capa drenante de gases
	Medio	3	Regular	Se cumplen los requisitos relativos a la capa mineral impermeable, así como los del nivel drenante, pero no se cumplen todos los relativos al resto de las capas
	Alto	4	Deficiente	No se cumplen los requisitos de la capa mineral impermeable, y/o del nivel drenante, pudiendo o no cumplirse los relativos al resto de capas
	Muy alto	5	Inexistente	La capa de cobertura final es inexistente
Compactación	Muy bajo	1	Compactación muy alta	El vertedero es de balas con adecuada explotación
	Bajo	2	Compactación alta	Vertedero es de balas con una explotación que se considera regular. Vertedero es de alta compactación con buena explotación.
	Medio	3	Compactación media	Vertedero de balas con explotación deficiente. Vertedero de alta densidad cuya explotación se realiza de forma regular. Vertederos de media densidad con explotación adecuada
	Alto	4	Compactación baja	Vertederos de alta densidad con explotación deficiente. Vertederos de media densidad con explotación regular. Vertederos de baja densidad con explotación adecuada.
	Muy alto	5	Compactación muy baja	Vertederos de media densidad con explotación deficiente. Vertederos de baja densidad con explotación regular. Vertederos sin compactación

Variable	Clasificación (C _j)		Condición	
Control de gases	Muy bajo	1	Muy adecuado	Existe y en buen estado al menos 1 de los controles pasivos y 1 de los controles activos descritos en Tabla 4.15; además los gases se tratarán y se aprovecharán para energía, y si no puede aprovecharse se quemará antes de su salida al exterior; la frecuencia de medición y control de emisiones potenciales de gas y presión atmosférica CH4, CO2, O2, H2S, H2, etc mensual.
	Bajo	2	Adecuado	Se cumplen las indicaciones del caso anterior, excepto que no existe tratamiento de los gases ni recuperación de energía ni quemadores.
	Medio	3	Regular	Los controles activos y pasivos existen pero no están en buen estado ó bien no existe medición en la frecuencia que establece el punto muy adecuado.
Control de lixiviados	Alto	4	Bajo	Existe déficit en la recogida y en la frecuencia de medición de gases, pudiendo existir o no aprovechamiento de energía.
	Muy alto	5	Nulo	No existen controles de gases. No hay recogida, aprovechamiento ni tampoco mediciones.
Distancia a infraestructuras	Muy bajo	1	Muy adecuado	Existe control del volumen y composición del lixiviado (RD 1481/2001), los sistemas de drenaje y las balsas de almacenamiento (RD 1/97) y hay tratamiento de lixiviados excluyéndose la recirculación.
	Bajo	2	Adecuado	Existe control del volumen/composición del lixiviado (RD 1481/2001), los sistemas de drenaje y balsas de almacenamiento son adecuadas y en buen estado de conservación (RD 1/97) el tratamiento de lixiviados es recirculación.
	Medio	3	Medio	Existe sistema de drenaje y almacenamiento con tratamiento/recirculación con problemas de diseño/conservación (RD 1/97). El control del volumen y composición se realizan pero incorrectamente (RD 1481/2001).
	Alto	4	Bajo	Existe sistema de drenaje y almacenamiento con/sin recirculación, pero mal diseño y conservación (tomando como referencia el RD 1/97 de Cataluña). No existe control del volumen y composición de los lixiviados.
	Muy alto	5	Nulo	No existe control, ni drenaje de lixiviados, ni almacenamiento ni tratamiento.

Variable	Clasificación (C _j)		Condición	
Distancia a masas de aguas superficiales	Muy bajo	1	Muy bajo	Aguas superficiales situadas a distancia superiores a 1000m
	Bajo	2	Bajo	Aguas superficiales situadas a distancias comprendidas entre 1000-700m.
	Medio	3	Medio	Aguas superficiales situadas a distancias comprendidas entre 700-300m.
	Alto	4	Alto	Aguas superficiales situadas entre 300 – 50 m.
	Muy alto	5	Muy alto	Aguas superficiales situadas a menos de 50 m o bien residuos en contacto directo con las aguas superficiales
	Muy bajo	1	Muy alta	Edificaciones inexistentes en un perímetro de protección con radio 3Km
	Bajo	2	Alta	Edificaciones escasas y dispersas localizadas a más de 2 Km y a menos de 3km del vertedero.
	Medio	3	Media	Existencia de una zona rural próxima entre 2 y 3 Km.

Distancia a núcleos de población	Alto	4	Baja	Localización de zona rural, de baja densidad de población, a una distancia < a 2 Km. con edificaciones abundantes o zona industrial urbana.
	Muy alto	5	Muy baja	Existencia de un núcleo urbano, con alta densidad de población, a menos de 2 Km.
Edad del vertedero	Muy bajo	1	Muy viejo	Más de 20 años
	Bajo	2	Viejo	15-20 años
	Medio	3	Maduro	10-15 años
	Alto	4	Edad medio	5-10 años
	Muy alto	5	Joven	Hasta 5 años
Erosión	Muy bajo	1	Muy bajo	Existencia de diminutos reguerillos ocasionalmente presentes.
	Bajo	2	Bajo	Existencia de reguerillos de hasta 15 cm. de profundidad.
	Medio	3	Medio	Existencia de numerosos y pequeños regueros de 15 a 30 cm. de profundidad.
	Alto	4	Alto	Existen numerosos regueros de 30 a 60 cm. de profundidad. No impiden aunque afectan al uso de maquinaria pesada.
	Muy alto	5	Muy alto	Se observan regueros o surcos de más de 60cm de profundidad. Impiden el uso de maquinaria pesada pero afectan poco al uso de maquinaria ligera y de tracción

				animal.
Estado de los caminos internos	Muy bajo	1	Muy adecuado / inoperativo	Si está inoperativo. En caso de estar activo se cumplen los requisitos indicados anteriormente
	Bajo	2	Adecuado	Se cumplen todas las condiciones del camino bien diseñado y explotado, excepto: vías temporales hechas con restos de construcción compactados y las calles para los compactadores hechas con pavimento de piedra o gravilla
	Medio	3	Regular	Existe conservación de los caminos internos, pero no poseen drenaje de la escorrentía o el camino no está hormigonado o alquitrancado hasta la zona de depósito
	Alto	4	Deficiente	No existen pantallas vegetales o móviles, ni tampoco drenajes pero si existe conservación de los caminos internos del vertedero
	Muy alto	5	Inadecuado	No se cumplen ninguna de las condiciones establecidas en el correcto diseño y explotación de los caminos internos

Variable	Clasificación (C _j)		Condición		
Pluviometría	Muy bajo	1	Pluviometría muy baja	Menos de 300 mm	
	Bajo	2	Pluviometría baja	300-600 mm	
	Medio	3	Pluviometría media	600-800 mm	
	Alto	4	Pluviometría alta	800-1000 mm	
	Muy alto	5	Pluviometría muy alta	Más de 1000 mm	
Punto situado en zona inundable	Muy bajo	1	De riesgo bajo	Zona C: aquellas no coincidentes en las zonas A ni con B, en las que la avenida de los 500 años produciría impactos en viviendas aisladas, y las avenidas consideradas en los mapas de inundación, daños significativos a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos.	
	Bajo	2	De riesgo significativo	Zona B: aquellas zonas, no coincidentes con las zonas A, en las que la avenida de los cien años produciría impactos en viviendas aisladas, y las avenidas de período de retorno \geq a los 100 años, daños significativos a instalaciones comerciales, industriales y/o servicios básicos.	
	Medio	3	De riesgo alto excepcional	Zonas A.3. Son aquellas zonas en las que las avenidas de quinientos años producirán graves daños a núcleos de población importante, impactos a viviendas aisladas, o daños importantes a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos.	
	Alto	4	De riesgo alto ocasional.	Zonas A.2. Son aquellas zonas en las que las avenidas de 100 años producirán graves daños a núcleos de población importante, impactos a viviendas aisladas, o daños importantes a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos.	
	Muy alto	5	De riesgo alto frecuente	Zona A.1. Aquellas en las que las avenidas de 50 años producirán graves daños a núcleos de población importante. También se considerará zonas de riesgo máximo aquellas en las que las avenidas de 50 años produzcan impactos a viviendas aisladas, o daños importantes a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos.	
Riesgo sísmico	Muy bajo	1	Muy bajo	Escala EMS, MSK o Mercalli < VI σ	
	Bajo	2	Bajo	Escala EMS, MSK o Mercalli VI-VII σ	$b < 0,04g$ $0,08g$
	Medio	3	Medio	Escala EMS, MSK o Mercalli VII-VIII	$0,08g$ $0,12g$

	Alto	4	Alto	Escala EMS, MSK o Mercalli VIII-IX σ	b 0,12G-0,16G
	Muy alto	5	Muy alto	Escala EMS, MSK o Mercalli >IX σ	b >0,16g
	Muy bajo	1	Seguridad muy alta	Es la situación más favorable, donde se cumplen todos los aspectos considerados.	

Seguridad	Bajo	2	Seguridad alta	Se cumplen todos los aspectos excepto uno, pero queda excluida la inexistencia o mal estado de EPI's.
	Medio	3	Seguridad media	Se cumplen todos excepto dos de los aspectos considerados, quedando excluida la inexistencia o mal estado de los EPI's.
	Alto	4	Seguridad baja	No se cumplen tres de los requisitos establecidos en el listado de forma completa o en algunos aspectos de su descripción.
	Muy alto	5	Seguridad muy baja	No se cumplen cuatro o más de los condicionantes establecidos.

Variable	Clasificación (C _j)		Condición
Sistema de drenaje superficie	Muy bajo	1	Muy adecuado
	Bajo	2	Adecuado
	Medio	3	Regular
	Alto	4	Inadecuado
	Muy alto	5	No existe
	Muy bajo	1	P. muy adecuada
	Bajo	2	Pendiente
	Medio	3	P. adecuación media
	Alto	4	P. baja adecuación

	Muy alto	5	P.e no adecuada:	Pendiente de talud superior a 1,5:1.
Tamaño de vertedero	Muy bajo	1	V. muy baja capacidad	< 300 Tn/año
	Bajo	2	V. de baja capacidad	300-600 Tn/año
	Medio	3	V. de capacidad media	600-1000 Tn/año
	Alto	4	V. de alta capacidad	1000-2500 Tn/año
	Muy alto	5	V. de gran capacidad	> 2500 Tn/año

Alto	4	Inapropiada	Pendiente recomendada entre 1 y 20% y suelos con elevado potencial de escorrentía. Pendiente inferior al 1% o superior al 20% y suelos con baja velocidad de infiltración
Muy alto	5	Muy inapropiada	Pendiente inferior al 1% o superior al 20% y elevado potencial de escorrentía.

Variable	Clasificación (C _j)		Condición	
Tipo de residuos	Muy bajo	1	Poder contaminante muy bajo	Vertedero de residuos no peligrosos. Subcategoría para residuos con elevado grado de separación previa y presencia fundamental de fracción de rechazo con baja presencia de materia orgánica
	Bajo	2	Poder contaminante bajo	Vertedero de residuos no peligrosos. Subcategoría para residuos con bajo grado de separación previa y presencia fundamental de fracción de rechazo con presencia de materia orgánica
	Medio	3	Poder contaminante medio	Vertedero de residuos con elevado porcentaje de materia orgánica procedente de residuos no sometidos a tratamiento previo para separación de la fracción orgánica con presencia residuos inertes.
	Alto	4	Poder contaminante alto	Vertedero de residuos con elevado porcentaje de m.o. procedente de residuos no sometidos a tratamiento previo para separación de la fracción orgánica con presencia RI y algunos residuos de naturaleza peligrosa
			Poder contaminante	Vertedero de residuos con elevado porcentaje de m.o procedente de residuos no sometidos a tratamiento previo para separación de la fracción orgánica con presencia
	Muy alto	5	muy alto	importante de residuos de naturaleza peligrosa
Viento	Muy bajo	1	Muy idónea de ubicación	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 1 ó 2.
	Bajo	2	Idónea de ubicación	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 3 ó 4.
	Medio	3	Idoneidad media	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 5 ó 6.

Visibilidad	Alto	4	baja idoneidad de ubicación	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 7 ó 8.		
	Muy alto	5	muy baja idoneidad	La suma de las características dirección e intensidad del viento es 9 ó 10.		
	Muy bajo	1	Muy bajo	No visible		
	Bajo	2	Bajo	Visible desde zonas urbanas a más de 2000 m y/o desde carreteras principales a una distancia de 500- 2000m.		
	Medio	3	Medio	Visible desde zonas urbanas a 1000-2000m y/o desde carreteras principales a una distancia menor a 500m.		
	Alto	4	Alto	Visible desde zonas urbanas a una distancia entre 500- 1000m.		
	Muy alto	5	Muy alto	Visibles desde zonas urbanas a menos de 500m.		
Vulnerabilidad de las aguas subterráneas			GOD	DRASTIC	SINTACS	EPIK
	Muy baja	1	$lv < 0.1$	$lv < 28$	$lv \leq 80$	$lv = 2 \text{ or } 3$
	Baja	2	$0.1 \leq lv < 0.3$	$29 \leq lv \leq 85$	$81 \leq lv \leq 105$	$lv = 4 \text{ or } 5$
	Media	3	$0.3 \leq lv < 0.5$	$86 \leq lv \leq 142$	$106 \leq lv \leq 140$	$lv = 6 \text{ or } 7$
	Alta	4	$0.5 \leq lv < 0.7$	$143 \leq lv \leq 196$	$141 \leq lv \leq 186$	$lv = 8 \text{ or } 9$
	Muy alta	5	$lv \geq 0.7$	$lv < 196$	$lv \geq 187$	$lv = 10$

TABLA UTILIZADA PARA LA VALORACIÓN DE LOS DESCRIPTORES AMBIENTALES

ELEMENTOS DEL MEDIO	DESCRIPTORES AMBIENTALES	CLASIFICACIÓN	VALOR
		Curso de agua artificiales: canales, acequias y estanques	1
		Ríos de 3 ^{er} orden o más y cursos estacionales: ríos, arroyos y ramblas	2
		Masas de aguas estacionarias: lagunas y embalses	3
		Aguas marinas y ríos de 1 ^{er} y 2 ^o orden	4
		Masas de agua permanente: marismas y zonas intermareales, albuferas, salinas, estuarios y ramales de marea. Zonas clasificadas como sensibles	5
		Sin uso para el hombre	1
		Uso hidroeléctrico, navegación y otros	2
		Industria	3
		Agricultura	4
		Uso para abastecimiento humano, recreativo incluidas zonas de baño y acuicultura	5
		Aguas de calidad deficiente o mala	1
		Aguas en estado aceptable	2
		Aguas en buen estado	3
		Aguas en muy buen estado sin especies (flora y/o fauna) protegidas	4
		Aguas en muy buen estado con especies (flora y/o fauna) protegidas	5
		Sin uso para el hombre	1
		Otros usos no contemplados posteriormente	2
		Industria	3
		Agricultura	4
		Uso para abastecimiento humano	5
		Aguas muy deficientes	1
		Aguas deficientes o malas	2
		Aguas en estado aceptable	3
		Aguas en buen estado	4
		Aguas en muy buen estado	5
		Muy mala	1
		Mala	2
		Admisible	3
		Buena	4
		Muy buena	5
		No urbanizable	1
		Urbanizable industrial	2
		Urbanizable residencial	3
		Urbano industrial y urbanizable turístico	4

Suelo	Tipo de vegetación (D)	Urbano turístico y urbano residencial	5
		Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal o erial	1
		Formación arbustiva y herbácea sin arbolado o cultivos de secano	2
		Formación herbácea con arbolado, cultivos de regadío o secano con árboles aislados	3
		Formación de matorral con arbolado, montes de repoblación joven	4
	Cobertura vegetal (D)	Formaciones de arbolado denso, monte autóctono o de repoblación bien asentado	5
		1-5 % indiv	1
		6-25% indiv	2
		26-50% indiv	3
		51-75%	4
		76-100%	5

ELEMENTOS DEL MEDIO	DESCRIPTORES AMBIENTALES	CLASIFICACIÓN		VALOR
Atmósfera	Aguas superficiales	Tipo de masa de agua (A ₁)	Curso de agua artificiales: canales, acequias y estanques	1
			Ríos de 3 ^{er} orden o más y cursos estacionales: ríos, arroyos y ramblas	2
			Masas de aguas estacionarias: lagunas y embalses	3
			Aguas marinas y ríos de 1 ^{er} y 2 ^o orden	4
			Masas de agua permanente: marismas y zonas intermareales, albuferas, salinas, estuarios y ramales de marea. Zonas clasificadas como sensibles	5
	Aguas superficiales	Usos del agua (A ₂)	Sin uso para el hombre	1
			Uso hidroeléctrico, navegación y otros	2
			Industria	3
			Agricultura	4
			Uso para abastecimiento humano, recreativo incluidas zonas de baño y acuicultura	5
	Aguas subterráneas	Calidad del agua (A ₃)	Aguas de calidad deficiente o mala	1
			Aguas en estado aceptable	2
			Aguas en buen estado	3
			Aguas en muy buen estado sin especies (flora y/o fauna) protegidas	4
			Aguas en muy buen estado con especies (flora y/o fauna) protegidas	5
	Aguas subterráneas	Usos del agua (B ₁)	Sin uso para el hombre	1
			Otros usos no contemplados posteriormente	2
			Industria	3
			Agricultura	4
			Uso para abastecimiento humano	5
	Aguas subterráneas	Calidad del agua (B ₂)	Aguas muy deficientes	1
			Aguas deficientes o malas	2
			Aguas en estado aceptable	3
			Aguas en buen estado	4
			Aguas en muy buen estado	5
	Atmósfera		Muy mala	1
			Mala	2

Suelo	Usos del suelo (D)	Admisible	3
		Buena	4
		Muy buena	5
	Urbanizable	No urbanizable	1
		Urbanizable industrial	2
		Urbanizable residencial	3
		Urbano industrial y urbanizable turístico	4
		Urbano turístico y urbano residencial	5
	Tipos de vegetación (D)	Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal o erial	1
		Formación arbustiva y herbácea sin arbolado o cultivos de secano	2
		Formación herbácea con arbolado, cultivos de regadío o secano con árboles aislados	3
		Formación de matorral con arbolado, montes de repoblación joven	4
		Formaciones de arbolado denso, monte autóctono o de repoblación bien asentado	5
	Cobertura vegetal (D)	1-5 % indiv	1
		6-25% indiv	2
		26-50% indiv	3
		51-75%	4
		76-100%	5

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General. ¿De qué manera la aplicación de la Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales de Vertederos (EVIAVE) permitirá realizar la evaluación y diagnóstico ambiental del botadero Rayhuana, determinar las causas de los impactos generados y proponer la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿En qué medida el análisis del diseño de la metodología EVIAVE, permitirá definir las modificaciones necesarias, de acuerdo al marco técnico legal, para su aplicación en el botadero municipal Rayhuana? - ¿En qué medida el diagnóstico de la situación actual del botadero 	<p>Objetivo General Aplicar la Metodología de Evaluación de Impactos Ambientales de Vertederos (EVIAVE) permitirá realizar la evaluación y diagnóstico ambiental del botadero Rayhuana, determinar las causas de los impactos generados y proponer la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar una evaluación y diagnóstico ambiental del actual botadero municipal Rayhuana aplicando la Metodología modificada de Evaluación de Impactos Ambientales de Vertederos (EVIAVE). - Elaborar el diagnóstico de la situación actual del botadero de 	<p>Variable Dependiente: Evaluación Ambiental del Botadero de Rayhuana.</p> <p>Variable Independiente: Mediante la metodología EVIAVE, distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco -2020.</p> <p>Variables Intervinientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico del botadero municipal Rayhuana, - Impactos Ambientales - Recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuado / Inadecuado - Eficiente / Ineficiente - Kg/día - Porcentaje (%) - Cantidad - Alto / Medio / Bajo - Agua superficial / Agua subterránea - Atmosfera / Suelo / Flora - / Fauna / Salud y Sociedad - Muy alto / Alto / Medio - Bajo / Muy bajo - Plan de Recuperación 	<p>Tipo de Investigación La investigación desarrollada es de dos tipos: exploratoria y descriptiva. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010), sostiene que “las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo. Es posible que una investigación se inicie como exploratoria, después puede ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa.” (p. 78)</p> <p>Nivel de investigación El estudio es de nivel exploratorio – observacional, primero porque me permitirá examinar la evaluación ambiental del botadero Rayhuana mediante la metodología EVIAVE que es un método poco estudiado o usado en la zona de estudio, por tanto, me permitirá identificar las relaciones de causalidad y así poder llegar a las conclusiones de causa y efecto. Y descriptivo porque mi propósito es describir los eventos que se presentan en mi estudio, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno, así como es el caso de probar la metodología EVIAVE.</p>

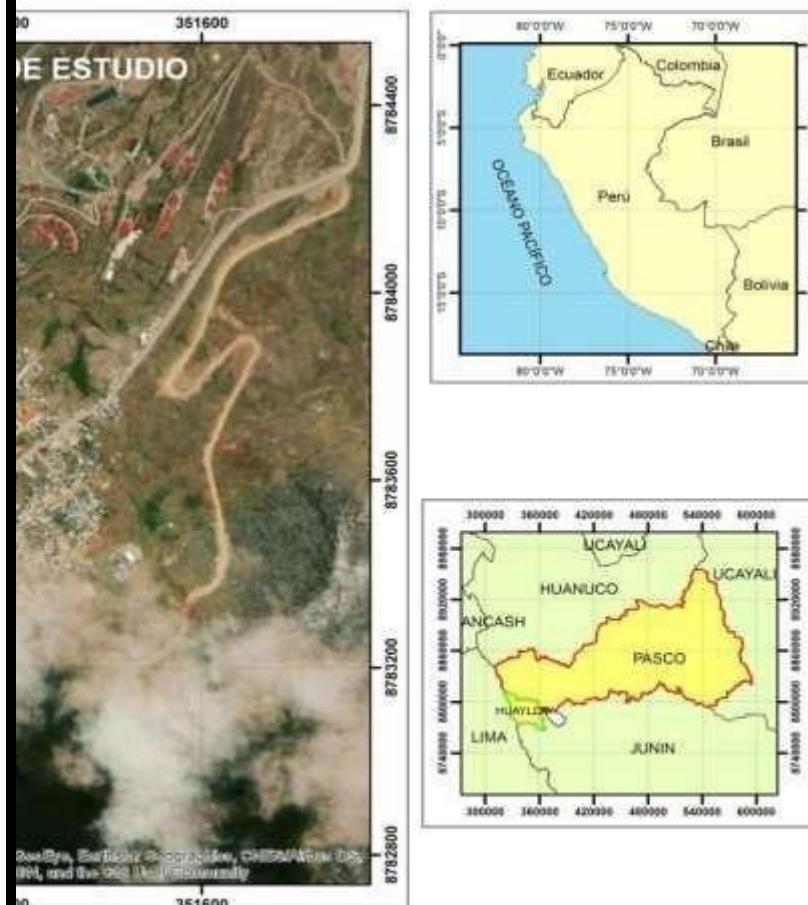
<p>de Rayhuana, en relación con su infraestructura y operación, permitirá conocer la problemática del botadero Rayhuana?</p> <p>- ¿Cómo contribuye la alternativa de recuperación de área degradada por residuos sólidos municipales para la mejora técnica sanitaria y ambiental del botadero de Rayhuana para la gestión integral de residuos sólidos en la distrito de Huayllay?</p>	<p>Rayhuana, en relación con su infraestructura y operación, que permitirá conocer la problemática del botadero Rayhuana.</p> <p>- Plantear alternativas de solución para la recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales para la mejora técnica sanitaria y ambiental del botadero de Rayhuana para la gestión integral de residuos sólidos en la distrito de Huayllay.</p>		<p>Diseño de la investigación</p> <p>La investigación planteada es aplicada, de nivel exploratorio y descriptivo, cuyo diseño fue no experimental; se emplearon instrumentos cuantitativos y cualitativos para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.</p> <p>El diseño de la investigación fue no experimental, debido que en el estudio no se manipula la variable, solo se describió como se encontró en la realidad. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2003), la investigación no experimental observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.</p> <p>Se considera exploratoria debido a que no se ha realizado un estudio similar en el botadero municipal, este tipo de investigación nos permite obtener información más detallada, identificando los problemas existentes dentro del área de estudio y sugiriendo afirmaciones o postulados. El objetivo fundamental no está dirigido a dar respuestas absolutas y acabadas a la problemática, sino a identificar los factores más relevantes que actúan como causas de los problemas que se presentan en la gestión y manejo de los residuos sólidos.</p> <p>La investigación es descriptiva porque presenta una descripción detalladas de la situación actual en la que se encuentra el botadero municipal, de los acontecimientos sociales y ambientales ocurridos y de los factores relacionados con los procesos de</p>
---	---	--	---

				generación, segregación, reciclado, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

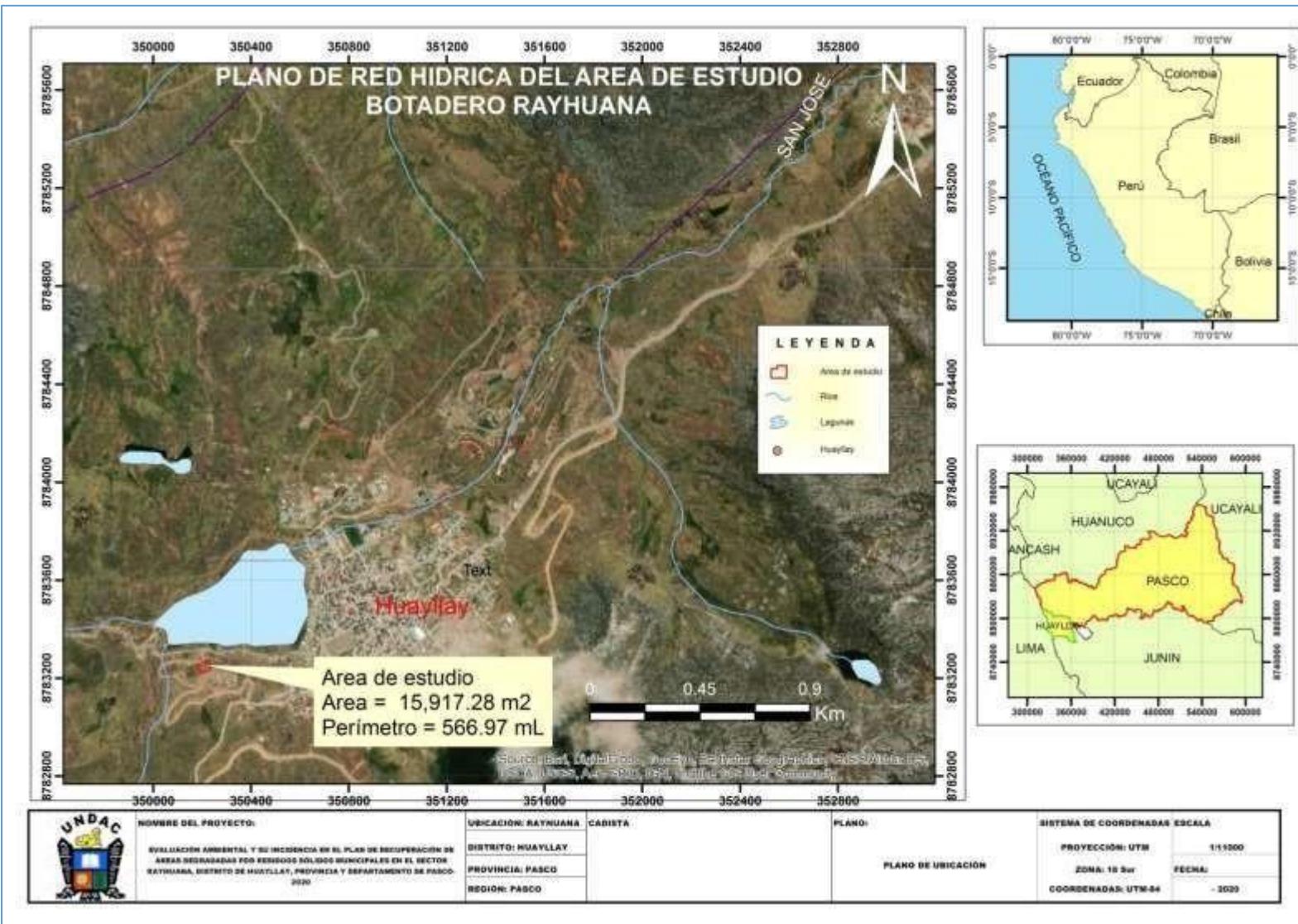
ANEXO II PLANO DE UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

PLANO DE RED HIDRICA



	PLANO:	SISTEMA DE COORDENADAS: ESCALA	
	PROYECCIÓN: UTM	1:11000	
	ZONA: 18 Sur	FECHA:	
	COORDENADAS: UTM-94	- 2020	
	PLANO DE UBICACIÓN		

PLANO DE RED HIDRICA



MAPA DE ÁREA DE ESTUDIO Y ÁREA DE INFLUENCIA

