



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Automatización de un modelo mediante análisis multicriterio como  
alternativa para identificar áreas óptimas de un relleno sanitario  
caso Provincia Azángaro, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Añasco Quispe, Romeo Percy (orcid.org/0000-0003-1993-9758)  
Sánchez Vásquez, Mavila Marisol (orcid.org/0000-0002-2381-0001)

**ASESOR:**

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (orcid.org/0000-0002-0803-1261)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y gestión de los residuos

**LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A mis mentores Zulema y Wilmer por sus quienes formaron buenos hábitos y valores en mi los cuales me ayudaron a tener éxito. Lo más importante, porque son mi mayor motivación, ayudándome ser mejor cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias al creador de todas las cosas por mantenernos fuertes y guiarnos por el camino correcto. Siendo nuestra luz en momentos difíciles y darnos las fuerzas para salir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA-----	i
DEDICATORIA-----	ii
AGRADECIMIENTO-----	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS-----	iv
ÍNDICE DE TABLAS-----	iv
ÍNDICE DE FIGURAS-----	ivi
RESUMEN-----	viii
ABSTRACT-----	viii
I. INTRODUCCIÓN-----	1
II. MARCO TEÓRICO-----	5
III. METODOLOGÍA-----	12
3.1. Tipo y diseño del estudio de investigación.-----	12
3.2. Variables y Operacionalización-----	13
3.3. Población, muestra y muestreo-----	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos-----	14
3.5. Procedimientos-----	15
3.6. Método de análisis de datos-----	20
3.7. Aspectos éticos-----	20
IV. RESULTADOS-----	21
V. DISCUSIÓN-----	46
VI. CONCLUSIONES-----	50
VII. RECOMENDACIONES-----	51
REFERENCIAS-----	52
ANEXOS-----	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación de Información .....	16
Tabla 2. Tabla de restricciones .....	24
Tabla 3. Tabla de Exclusiones .....	25
Tabla 4. Sector de alcance de fallas geológicas .....	26
Tabla 5. Áreas de alcance de distancia de lagos y lagunas.....	26
Tabla 6. Sector de alcance de distancia a ríos.....	27
Tabla 7. Sector de alcance de distancia a actividad económica. ....	27
Tabla 8. Sector de alcance de comunidades campesinas. ....	28
Tabla 9. Sector de alcance de pendientes. ....	28
Tabla 10. Sector de alcance de Susceptibilidad por inundación .....	28
Tabla 11. Áreas de alcance de Susceptibilidad por inundación. ....	29
Tabla 12. Áreas de alcance de Acuíferos.....	29
Tabla 13. Sector de alcance de Bofedales.....	30
Tabla 14. Áreas de alcance de Concesiones mineras. ....	30
Tabla 15. Sector de alcance distancia centros poblados. ....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. ZoneGIS 2017. Model referential .....	19
Figura 2. Diagrama de metodología .....	20
Figura 3. Modelo de aplicación para el estudio de selección áreas óptimas para relleno sanitario. ....	22
Figura 4. Modelo clásico para el emplazamiento de áreas idóneas .....	23
Figura 6. Mapa de Aguas Superficial .....	33
Figura 7. Mapa de Agua Superficial – Lagos y Lagunas .....	34
<i>Figura 8.</i> Mapa de Zona Agrícola .....	35
<i>Figura 9.</i> Fallas Geográficas .....	36
<i>Figura 10.</i> Mapa de Pendientes .....	37
<i>Figura 11.</i> Mapa de Zonas de Susceptibilidad .....	38

## RESUMEN

La investigación surge debido que hay una problemática en el emplazamiento de la infraestructura de los rellenos sanitarios asimismo, acumulación de residuos sólidos en vertederos a un Corto, mediano y largo plazo generando daños tanto al ambiente como la salud. Mediante la investigación se busca automatizar un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa para encontrar áreas idóneas de un relleno sanitario de la Provincia Azángaro, basándose en DS N° 014-2017- MINAM y Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales de donde se obtuvieron los parámetros para la selección de áreas aptas. Además, usará la exclusión mediante ponderación binario y el uso de transposición de mapas todo este proceso mediante la extensión del model builder empleando el software de sistema de información geográfica 10.3.

**Palabras clave:** análisis multicriterio, relleno sanitario, residuos sólidos, model builder.

## ABSTRACT

The investigation arises because there is a problem in the location of the infrastructure of the sanitary landfills, as well as the accumulation of solid waste in landfills in the short, medium and long term, generating damage to both the environment and health. The research seeks to automate a model through multicriteria analysis as an alternative to find suitable areas for a sanitary landfill in the Azángaro Province, based on DS N° 014-2017- MINAM and Guide for the identification of potential areas for final disposal infrastructures. municipal solid waste from which the parameters for the selection of suitable areas were obtained. In addition, you will use binary weight exclusion and the use of map transpose throughout this process by extending the model builder using GIS 10.3 software.

**Keywords:** multicriteria analysis, landfill, solid waste, model builder.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de residuos sólidos en zonas urbanas en los países de Latinoamérica bordea un volumen muy cercano a 540.000 toneladas diarias, lo menciona la ONU Medio Ambiente expuesto en un ponencia, en São Paulo, en la etapa de disposición final existe una ineficiencia importante, con más de 145.000 toneladas de basura, que representa 30% del total, los que terminan en lugares inadecuados, es necesario destacar que o los niveles de interés de presupuesto destinado tanto de instituciones públicas y privadas no son los adecuados para financiar la infraestructura y los estudios previos necesaria para mitigar las principales carencias, la disposición final inadecuada (Green Economy, 2017,p.12)

El Perú produce alrededor de 20 millones de toneladas de residuos por día, cuyo destino se desconoce debido a la ausencia de infraestructura para el acopio, así como la carencia de cultura de reciclaje. Según el Ministerio del Medio Ambiente. Según el censo realizado en el año 2017 “el distrito de Puno tiene una población de 144 685, el distrito de Azángaro de 110 392 y el distrito de Juliaca de 232,951” en un informe realizado por (INEI, 2017, p.63) de modo que, la ineficaz distribución de residuos sólidos municipales es un problema ambiental afectando de esta manera la salud a los residentes que viven cerca de estas instalaciones que generalmente son considerado botaderos o puntos de contaminación, como en el caso de la ciudad de Juliaca botadero de Chilla acorde al informe de La Defensoría del Pueblo quien acudió a su verificación de acuerdo a la Nota de Prensa N° 057/OCII/DP/2019 donde menciona donde se determina que cinco mil personas son perjudicadas por el inadecuado manejo de residuos sólidos del botadero Chilla. Además, es fundamental resaltar que está asociada a la falta de investigación para identificar sitios adecuados que cumplan con las características especificadas por las agencias gubernamentales locales y nacionales, en el diagnóstico de brechas de infraestructura y en el Ministerio del Ambiente de abril de 2019 sobre Acceso a Bienes y Servicios: El Departamento enfatizó que existen brechas en la implementación de servicios de planificación territorial, que permitan la creación, mejora y ampliación de capacidades de las entidades de gobierno

local, y que para cerrar estas brechas es necesario implementar equipos y tecnologías (Hardware) que permiten la generación, investigación, procesamiento y ordenamiento territorial y software en lo que se refiere a la justificación del estudio, según Legislativo N° 1278 emitido por el MINAM del Perú donde menciona que “los residuos sólidos deben ser dispuestos en condiciones ambientalmente adecuadas” (p.2), lo que haría que se cumpla, la Ley General N° 28611 que da a conocer que, “Todos tenemos la equidad inalienable de residir en un entorno sano, equilibrado y adecuado para fomentar un buen estilo de convivencia”.

Desde un punto de vista tecnológico permitirá determinar el emplazamiento de los puntos fundamentales a fin de encontrar la ubicación idónea para los residuos generados en la Localidad de Azángaro mediante, el sistema de información geográfica y model builder. Esto significa que se convierten en una herramienta fundamental que optimiza tiempo, mejora el proceso de selección, la toma de decisiones, y resuelve problemas para dar respuestas adecuadas, ser ágiles y permitir acceder a grandes cantidades de datos simultáneamente.

De acuerdo al D.S. N° 014-2017-MINAM, el proceso de planificación y ordenamiento regional es el mecanismo adecuado para determinar el emplazamiento para la distribución final de los residuos sólidos, el cual toma en cuenta 6 criterios: distancias a centros poblados, granjas avícolas, Por ello, para determinar el mejor sitio de disposición final de los residuos, se utiliza métodos como evaluación multicriterio (MCE), que estudia un número limitado de valores utilizando múltiples alternativas y clasificarlos según su importancia. (Palacios, 2018, p.84).

El enfoque de análisis general multicriterio permite una mayor flexibilidad en la decisión de las mejores ubicaciones para la eliminación de residuos sólidos, ya que ayuda a combinar problemas complejos en partes más simples, desempeñando un papel vital como herramienta de planificación regional.

Los SIG, tienen la posibilidad de adecuar un estudio de localización, tomando como base el análisis multicriterio usando coordenadas que permite tazar distancias y disolución de distintos puntos, también éxitos procesos de automatización mediante la extensión de model builder, que permiten optimizar tiempo, como también la facilidad de elaboración de sus insumos necesarios , como en diverso casos se usara la exclusión mediante ponderación binario y el uso de transposición de mapas todo este proceso se realizara mediante la intención del model builder. El procedimiento técnico de elección de área para disponer los residuos finales son complejos debido que hay áreas extensas, por lo tanto, los estudios representan demanda de presupuesto alto, también los instrumentos que se usan son costosos y escasos, por lo que el presente estudio busca disminuir costos y optimizar tiempo para facilitar procesos y la determinación de áreas óptimas.

Con respecto a la problemática, se planteó lo siguiente ¿De qué manera la automatización de un modelo mediante análisis multicriterio permite identificar áreas óptimas para un relleno sanitario, en la provincia de Azángaro?

Dentro de los problemas específicos de la investigación: ¿Cómo ayuda Aplicar los criterios tomados del decreto N° 014-2017-MINAM para la identificación de áreas optimas como posibles espacios geográficas para la ubicación de relleno sanitarios?, ¿Definir la ponderación que se le asignará según la técnica de evaluación multicriterio?; ¿Cuál son los mapas temáticos de áreas idóneas para ubicar lugares para la disposición de residuos finales, para la provincia de Azángaro?

Como Objetivo General: Automatizar un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa en la identificación de áreas óptimas para relleno sanitario caso Provincia Azángaro 2022, Para los objetivos específicos: (a) Aplicar los criterios tomados del decreto N° 014-2017-MINAM para la identificación de áreas optimas como posibles espacios geográficas para el emplazamiento un de relleno sanitario.(b) Definir la ponderación binaria para identificar las zonas aptas y no aptas para relleno sanitario. Y, por último, (c) Elaborar mapas temáticos de áreas

potenciales para el hallazgo de lugares de disposición final de residuos de la provincia de Azángaro.

En consecuencia, Como hipótesis general: Mediante la automatización de un modelo de análisis de multicriterio se pueden identificar áreas óptimas para relleno sanitario en la Provincia Azángaro. Como hipótesis específicas:(a) los criterios tomados del decreto N° 014-2017-MINAM posibilitan la identificación de áreas optimas como posibles espacios geográficas para la ubicación de relleno sanitarios.(b) Existe los niveles de ponderación binaria para evaluar la limitación de zonas idóneas en la ubicación de rellenos sanitarios en Azángaro.(c) Los mapas temáticos de áreas potenciales permite la delimitación de sitios de disposición final para un relleno sanitario en la provincia de Azángaro.

## II. MARCO TEÓRICO

Araiza, Gutiérrez, Rojas, Nájera (2018) estudio las instalaciones de edificaciones para la gestión de residuos sólidos, utilizando herramientas GIS Araiza, et al, (2018) donde se determinó y evaluó la mejor ubicación para una planta de proceso de Residuos sólidos en una región socioeconómica Chiapas, México, considerando criterios sociales, ambientales y económicos en cuanto al diseño metodológico del estudio se utilizó la ponderación de criterios y sub criterios, con valores que van de 1 a 3 donde, los valores más pequeños corresponden responder a la condición más desfavorable o restrictiva, mientras que los valores más altos corresponden a la condición más favorable. Como resultado del estudio Araiza et al.(2018) concluyó que, el uso de la metodología MCE en el SIG ambiente es un buen ejercicio que siempre debe ser considerado en los programas de ordenamiento territorial, porque permite sopesar y relacionar una serie de variables ambientales. Además, esta herramienta reduce tiempo, costos y ayuda a tomar decisiones.

Balaw, Leul, Feye, Alemu (2020) estudió la Combinación de aplicaciones SIG y método de toma de decisiones multicriterio (AHP) para la ubicación de vertederos en Al-Hashimiyah Qadhaa, Babilonia, Irak. En este estudio, se utilizaron el Sistema de Información Geográfica y el Proceso de Jerarquía Analítica para seleccionar los mejores sitios para los rellenos sanitarios. La elección del sitio para el vertedero de Al-Hashimiyah Qadhaa consto de dos pasos. Primero se mapearon los 15 criterios diferentes y se ingresaron en un análisis de superposición en el software GIS para generar el mapa final del índice de idoneidad del sitio. El segundo paso incluyó la exclusión de áreas inadecuadas del mapa final para simplificar la identificación de vertederos candidatos dentro del área de estudio. Finalmente, se determinaron dos vertederos candidatos adecuados que cumplen la superficie requerida de 1,013 km<sup>2</sup> con dimensiones de 1,374 km<sup>2</sup> y 1,288 km<sup>2</sup> respectivamente.

El estudio realizado por Palacios, (2018), considero que las áreas destinadas a la edificación de estructuras de disposición final de desechos sólidos se pueden

considerar imprescindibles de acuerdo a la actividad de gestión ambiental y territorial de los centros urbanos por lo que en el estudio que realizo propuesta ante un posible cambio a futuro. Ya que no se contaba con un estudio donde señale un sitio que tenga características como lo señala normativa ecuatoriana, por eso, planteó la determinación del emplazamiento óptimo de un área para la disposición final en la localidad de Macas, realizando un estudio multicriterio con un Procedimiento Analítico Jerárquico.

Por otro lado, Silva, Salas, Rojas, Gómez y Terrones, (2022). Explico a través de un estudio de Proceso Jerárquico Analítico (AHP), la selección de rellenos sanitarios en Chachapoyas y Huancas-Amazonas (Nor occidente peruano), desarrolló una metodología la cual integro el análisis multicriterio, el uso de SIG y combinación de sensores remotos. Se evaluó sitios potenciales para rellenos sanitarios, considerando siete variables físicas, tres variables ambientales y cuatro variables socioeconómicos. Donde se halló 12 sitios muy adecuados, de los cuales tres fueron sugeridos por su tamaño ( $=3.2$  ha) y factor de forma ( $kc$ ), situado en el distrito El Molino ( $A1=6.66$  ha), Huancas ( $A9=3,6$  ha) y sector Penal-Huancas ( $A3=24,48$  ha) (párr.3).

Estacio, Tinoco, Díaz, Moore (2021) en su prospección de investigación empleo los SIG en la localización de sectores adecuados con el fin de construir Relleno Sanitario en Cerro de Pasco, considerando la metodología Estacio et al. (2021) utilizó el análisis de ubicación óptima empleando un Procedimiento de análisis multicriterio (MCSA) y Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) adjudicándolo a un SIG. La intención de su indagación fue hallar áreas apropiadas para la disposición final en Cerro de Pasco. Los resultados mostraron que se consideraron 6 vertederos alternativos con base en parámetros físicos, ambientales, socioeconómicos y legales, todos ubicados entre 3 y 4,13 km de la ciudad. Se concluyó que los SIG, análisis espacial multicriterio y AHP fueron suficientes para abordar el problema de ubicación.

Espejo, (2017) utilizó un sistema de información geográfica-GIS para tasar el área específica para un relleno sanitario, incorporando parámetros de elección del lugar

entre ellos pendiente, geología, distancia a carreteras, hidrología, bosques, distancia a poblaciones urbanas y rurales a un aeropuerto, estos parámetros se ponderaron en base a la evaluación multicriterio, cada uno con un promedio de 0 para ubicaciones no óptimas y 1 para ubicaciones óptimas, utilizando SIG se demostró cuatro lugares adecuados dentro del campo de estudio. Zona 01= 60,43 sí, zona 02= 6,91 sí, zona 03= 3,1 sí, zona 04= 15,1 sí. El método que utilizó incluye una fase de campo, donde se recopilan datos y se miden los puntos de control mediante GPS en el sitio, la selección de área del sitio se basó en una puntuación basada en criterios, asimismo, desarrollando mapas temáticos, mapas superpuestos para luego analizar e interpretar (p.28).

Para determinar el área de construcción de rellenos para disponer residuos sólidos en la provincia de Jaén-Cajamarca, se tiene que proyectar un modelo geoespacial para ubicar idóneamente el lugar de disposición de residuos con aplicación de SIG en Jaén-Cajamarca. Como resultado, se considera que un 2% de la superficie total tiene potencial para crear un relleno sanitario en Jaén, todo ello mediante el uso de mapas en el Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante el análisis de las múltiples variables analizadas para la interpretación del espacio, donde “1” área adecuada para el sitio del evento y “0” no adecuada, se realizaron las mismas variables de evaluación multicriterio. Considerando los parámetros físicos, biológicos y socio-estructural, luego de los diferentes geo procesos se pudo encontrar posibles sitios de eliminación de residuos. Para tal efecto, se consideró el D.S. 014-2017 – Mínimo. (Rodríguez, 2020, p.15).

En la investigación que realizó Giménez Vera y Cardozo analizó el emplazamiento óptimo para la disposición final de residuos sólidos utilizando el multicriterio conjuntamente con SIG, en los Distritos de Hernandarias, (Alto Paraná), denotando características y criterios propios para el fin esperado, identificando 6 lugares idóneos en el Distrito de Minga Guazú, con ámbito de 16, 20, 21, 28 y 2 de 17 ha. Finalmente, las técnicas SIG se usan para identificar sitios adecuados para ubicar rellenos sanitarios y elaborar mapas del área de estudio. (2012, p.4).

El estudio de Jiménez (2017) tuvo como objetivo proponer un modelo espacial para determinar el lugar de disposición final que cumpla con los requisitos ingenieriles y legales del Distrito de Chilca. Se evaluaron un total de 18 parámetros de los cuales fueron socioeconómicos, parámetros ambientales y parámetros técnico, aportando desde diferentes puntos de vista la calificación de potencialidad de las zonas. Como resultado de este relevamiento se pudieron encontrar 6,163 sitios muy buenos que cumplían con más de 14 parámetros propuestos, con un área total de 707,637 hectáreas, o 25,879% del área total de estudio.

Torres y Guayara (2018) ,utilizo las herramientas de ArcGIS en la identificación de territorio potencialmente aptas en la ubicación de rellenos sanitarios departamento de Boyacá desarrollando un modelo espacial con la herramienta Model Builder en los municipios Sogamoso y Chiquinquirá, los cuales dieron como resultado dos predios respectivamente. Para esto empleó el proceso de delimitar la zona, posterior se realizó una recopilación de información de 6 parámetros, evaluó las restricciones para poder realizar la proyección de población, en consecuencia se proyectó el modelo geoespacial con las áreas obtenidas del estudio (p.45)

Pérez en su estudio, tuvo como objetivo ubicar lugares adecuados para disponer los residuos municipales en el estado de Puebla mediante la aplicación de una técnica de evaluación multicriterio empleando SIG. Los métodos aplicados son el uso de análisis multivariado de grupos empresariales y métodos multicriterio. En conclusión, la mejor ubicación del relleno sanitario se determinó en la zona de la sub cuenca del Nexapa, y las principales ciudades son: Atlixco, Xochimilco, Atztlizhuacan, Huaquechula, Tianguismanalco. En consecuencia, lo que se obtuvo de su investigación fue sorprendente con 98 %, incluso en el actual botadero de Atlixco denominado RESIRA, concuerda con las áreas propuestos como viables en la región. (2017, p.14).

La guía Técnica Para La Clausura Y Conversión De Botaderos De Residuos Sólidos Relleno Sanitario Digesa (2004) define un relleno sanitario como una instalación adecuada para la disposición sanitaria y ambiental, de tal manera que

asegure que los residuos sean tratados con estrategias y métodos ingenieriles. Por ello se realiza actividades como compactación, cubrimiento con tierra, además se debe tomar en cuenta el control de las emisiones gaseosas y la generación de lixiviados con el fin de evitar la contaminación del lugar y proteger la salud de la población aledaña evitando conflictos sociales. Como resultado, se ha convertido en una técnica eficaz para la gestión de residuos municipales en grandes ciudades, según la guía de gestión integrada de residuos sólidos municipales son consideradas infraestructuras de residuos sólidos, los rellenos sanitarios, relleno sanitario manual, que tienen como características su capacidad operativa diaria que no sobrepasa a 6 toneladas métricas; Relleno sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es de 6 hasta cincuenta 50 TM; y lo Relleno sanitario mecanizado, con capacidad de operación diaria mayor 50 TM. ( D.S. N° 014-2017-MINAM).

Los sistemas de información geográfico SIG, una herramienta que contribuye la evaluación de los sitios donde se establezcan un relleno sanitario, como medio importante de procesamiento datos de medios físicos con grandes extensiones estos representan grandes cantidades de datos, para certificar una evaluación de todos los criterios a evaluar. Permitiendo la transposición de datos de red vial de transporte de accesos al sitio, densidad de población existente en la urbe donde se realiza, mapa de ríos y fuentes de agua superficial, precipitaciones, uso del suelo actual y muchas más. Lo idóneo es que el municipio tenga divisas opciones de terrenos aptos para el área de un relleno sanitario, para que de esta manera se pase a la etapa de áreas preliminares de selección de Sitio (Tello, 2018, p.106).

Los análisis multicriterio son técnicas que permiten evaluar varias opciones en función de distintos criterios y prioridades establecidas por usuarios en función a factores y restricciones detectadas. Siendo, de gran ayuda al proceso de toma de decisiones (capacidad) o negativamente (afecta) sobre los objetos de decisión en función de una serie de variables (factores) que pueden tener un impacto positivo (Pérez, 2017, p.26) en SIG es un proceso analítico que identifica varias soluciones a un problema, utilizando principalmente variables cartográficas como datos de partida. En lo que respecta la identificación del lugar para la construcción del

relleno de disposición final, por ejemplo, se utilizan los criterios de zona urbana colindante, tipo de suelo y condiciones ambientales. Cada variable es procesada y ajustada de acuerdo a los criterios que demuestran su participación en el Programa de Prioridad Analítica. Estos luego se combinan con el resto para obtener resultados cuantitativos según estos criterios, lo que le permite elegir la mejor alternativa para el territorio, aunque no necesariamente es la mejor opción. (Gis y Beers, 2016, p.14).

Model Builder es una programación visual para crear flujos de trabajo de geo procesamiento donde los modelos automatizan y documentan el análisis espacial y los procesos de gestión de datos. Se crean y modifican en la función de modelado, en la que se presenta en forma de diagramas, que es una serie de procesos y herramientas geográficas. (ArcGIS pro, 2022, párr.2)

Los rellenos sanitarios son “Instalaciones aptas donde se da un tratamiento a los desperdicios de manera segura y controlada, teniendo presente principios y métodos ingenieriles” (Decreto Legislativo N° 1278, 2017, p.33).

Los residuos sólidos, según D.L. N°1278, (2016) “Todo objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de bienes o servicios, cuyo propietario enajene, pretenda y esté obligado a enajenar, con prioridad para su valoración y eventual disposición final.” (p.16).

Disposición Final: Proceso u operación in situ de los residuos municipales para darle un tratamiento o disposición es el paso final de una gestión sostenible, higiénica y respetuosa con el medio ambiente (MINAM, 2011).

Estructura para la Disposición de Residuos: Una instalación con equipamiento y operación adecuada la cual, garantiza la eliminación higiénica y ecológica de los residuos sólidos municipales, como vertederos sanitarios (MINAM, 2011).

Botadero: Acumulación inadecuada de residuos en vías, zonas rurales o zonas urbanas vacías provocando daños tanto al bienestar físico y al medio ambiente. (MINAM, 2011).

Sistemas de información geográfica: Los SIG permiten estructurar los datos en capas donde los objetos cartográficos muestran la ubicación geográfica de los elementos que contienen la información acopiada en bases de datos (Rodríguez y Olivella, 2016, p.3).

Modelado cartográfico. Programa de análisis de sistemas la cual utiliza sistemas de información geográfica para obtener información de referencia geográfica sobre estudios geoespaciales (MINAM, 2021, p.43)

Restricción. Lo define a los límites que se presentan en un estudio, mientras que la noción de límite está vinculada a una línea que separa dos territorios (MINAM, 2021, p.43)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño del estudio de investigación.**

##### **Tipo de investigación del estudio**

El tipo de investigación es aplicada, según Plaza, Bermeo y Moreira (2019) sostiene al respecto, “La investigación aplicada es aquella cuyo objetivo es adquirir conocimientos relevantes con aplicación directa a problemas de la sociedad o del sector industrial” (p.81). Siendo el propósito fundamental en resolver los problemas que afronta el distrito de Azángaro como es la ubicación óptima para la disposición de los residuos generados, en base al análisis de multicriterio.

El enfoque del estudio es cuantitativo, según la autora Laura (2016) afirma que, “La investigación se basa básicamente en la idea de que los fenómenos se pueden reducir a sus componentes, las partes que se pueden medir y las relaciones causales que se establecen entre ellos. La búsqueda de objetividad a través de este enfoque conduce a que sus resultados se expresen de forma cuantitativa” (p.148). Los métodos cuantitativos utilizarán la compilación de datos cartográficos para responder o probar hipótesis, en base a las mediciones y análisis estadísticos utilizando el programa SPSS.

##### **Diseño del estudio de investigación**

Esta investigación tiene diseño cuasi experimental debido que existe manipulación al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, Hernández et al. (2016), siendo el propósito del estudio observar el cambio que ejerce la variable independiente, demostrando la automatización del modelo inicial y dando a conocer el nuevo modelo para identificar áreas óptimas para un relleno sanitario en la provincia de Azángaro.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

Analizamos dos variables, una variable independiente (Automatización de un modelo mediante análisis de multicriterio) y otra variable dependiente (Identificación de áreas óptimas para un relleno sanitario), la descripción de cada variable tiene en cuenta definiciones de conceptos, definiciones operativas, indicadores y escalas de medición, las mismas variables con sus respectivos conceptos y operaciones como se detallan en el anexo N°1.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Se realizará tomando la provincia de Azángaro que comprende un total de 4370 km<sup>2</sup> de las que comprende los distritos de Azángaro, Achaya, Potosí, San Antón, Asillo, Muñani, Tirapata, José Domingo choque huanca, Santiago de Pupuja, San Juan de Salinas, Arapa, Chupa, Saman y Caminaca son así 14 distritos los que comprende la provincia de Azángaro, se encuentra a una altitud de 3.859 m.s.n.m. limitando con la provincia de Lampa y la provincia de San Román por el Sur; por el norte con la provincia de Carabaya; con la provincia de San Antonio de Putina y la provincia de Huancané por el Este y por el oeste con la provincia de Melgar. La localidad Azángaro como coordenadas geográficas tiene Longitud O70°11'46.18" Latitud S14°54'30.35"

#### **Muestra**

Para la presente investigación se tomará toda el área geográfica que comprende la provincia de Azángaro es decir los 4370 km<sup>2</sup> que involucra los 14 distritos con el fin de determinar áreas óptimas las estructuras de disposición final de residuos sólidos.

## **Muestreo**

La presente investigación tiene como finalidad trabajar con toda el área geográfica (mapas cartográficos), por ello no se ha considerado una técnica estadística para definir el muestreo.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó el análisis documental, pues según Hernández, Fernández y Batista (2000), incluye la detección, adquisición y consulta de bibliografías y otros materiales basados en conocimientos e información moderadamente recolectados de cualquier realidad, de manera selectiva para que sean útiles para fines de investigación (p. 50).

De acuerdo al Reglamento del D.L. N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Artículo 110 donde menciona “Condiciones de la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos municipales” tomando los criterios mencionados en el presente reglamento.

Por lo tanto, para cada criterio la base de datos necesaria será diferente, ya que las instituciones tanto públicas y privadas cuentan con portales donde, cuentan con geo data base disponible los que serán usados para la presente investigación.

Para el criterio de patrimonio cultural deben ubicarse a una distancia no menor a 500 metros de poblaciones, así como de granjas porcinas, agrícolas, entre otras la geo data base tomada del censo 2017 realizado por el INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática y procesado por el portal geo GPS Perú y como alternativo georreferencias por el Ministerio de Educación (MED\_GPS) desde 2005 hasta 2011 con Sistema de coordenadas geográficas: GCS\_WGS\_1984 con actualización del 05 de febrero del 2020.

Para el criterio de aguas superficiales deben ubicarse a distancias menores de 500 metros de fuentes de aguas superficiales zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos, fallas geológica y zonas donde no se puedan generar asentamientos o deslizamientos se reunirá datos de Carta Geológica Nacional (1960 - 1970) con Actualizada 2005-2011 del portal GEOCATMIN de INGEMMET datos que serán necesarios para la elaboración de mapas temáticos y posterior mapa de áreas óptimas para la ubicación de infraestructuras.

Para el cumplimiento en la creación de procesos y creación de mapas temáticos se utilizará el software para procesamiento de información geográfico ArcGIS 10.3 y la extensión de Model builder, como afirma, Espejo Angers (2018) Los estudios, demuestra que empleando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), determinan las zonas óptimas para ubicar el relleno sanitario para disminuir los efectos ocasionados un menor impacto ambiental; demostrando así la importancia del uso del ArcGIS 10.3.

### **3.5. Procedimientos**

La ejecución del presente estudio se enmarca de acuerdo a la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su reglamento, aprobado mediante el D.S. N° 014-2017-MINAM según, Artículos 109, 110 y 111 Criterios de Evaluación en ARCGIS:

Paso 1.

Recolección de datos de los portales ANA, INGEMMET, MINAM, MINEDU entre otros portales de instituciones que puedan contribuir con la recolección de mapas como curvas de nivel, mapa de centro poblados, mapa de fallas geográficas, mapa de fuentes hídricas, mapa de áreas naturales protegidas entre otro mapa que serán en formato shapefile.

Los datos recopilados para cada criterio se realizarán de la siguiente forma:

Localización: mapa político de límite departamental, provincial y distrital de nivel descargado del portal GEOGPS-PERU que como fuente recopilación del Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú INEI. También mapa límite político de países de Sudamérica, océano y lago Titicaca.

Topografía: mapa de curvas de nivel descargado del portal GEOGPS-PERU Cartas Nacionales del Perú que como fuente recopilación Instituto Geográfico Nacional IGN con escala 1:100 000 en formato shapefile de las cartas nacionales con código 29v, 29x,30x,30v,31v y31x.

Hidrología: Mapa de fuentes de agua superficial que comprenden ríos, lagos y lagunas de nivel descargado del portal GEOGPS-PERU Cartas Nacionales del Perú que como fuente recopilación Instituto Geográfico Nacional IGN con escala 1:100 000 en formato shapefile de las cartas nacionales con código 29v, 29x,30x,30v,31v y31x.

Áreas Naturales Protegidas: Mapa de Áreas Naturales Protegidas nivel descargado de Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Perú SERNANP que como fuente recopilación ES Informe N° 094-2020-SERNANP-DDE / ANP - SERNANP – 2021

**Tabla 1. Recopilación de Información**

Descripción	Fecha
Áreas Naturales Protegidas	30-06-2021
Área de Conservación Privada	30-06-2021
Área de Conservación Regional	30-06-2021
Zona de Amortiguamiento	30-06-2021
Zona Reservada	30-06-2021
Zonificación de ANP	30-06-2021
Zonificación de ACP	30-06-2021
Zonificación de ACR	30-06-2021
Grillas	11-07-2019

**Fuente:** Geo GPS PERÚ

Fallas Geológicas: Mapa de Control de Calidad de La Carta Geológica Nacional Digital Integrada a Escala 1:100 000, fallas y pliegues empalmados al 100k publicada como fallas y pliegues integrada en su versión digital 2017 obtenida en el portal GEOCATMIN.

Centros poblados: Mapa de ubicación de centros poblados de nivel descargado del portal GEOGPS-PERU Cartas Nacionales del Perú que como fuente recopilación Instituto Geográfico Nacional IGN con escala 1:100 000 en formato shapefile de las cartas nacionales con código 29v, 29x, 30x, 30v, 31v y 31x, y como medio de verificación la georreferenciación de centros poblados realizado por censo 2017 realizado por el INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática las que fueron categorizados.

Tomando en cuenta de categoría de centros poblados:

- Asociación de viviendas.
- Caserío.
- Ciudad.
- Barrios o cuarteles.
- Campamentos de minería.
- Conjunto habitacional.
- Cooperativa agrícola.
- Pueblos.
- Pueblo joven.
- Unidad agropecuaria.
- Urbanización.
- Villa.

Paso 2

Geo procesamiento de mapas temáticos como los siguientes: Se Elaborará el Mapa de Pendientes de todo el distrito de la provincia de Azángaro

considerando superficies planas o moderadas menores al 15%. Atraves de la extensión slope.

Como diagrama utilizado será:

Arctoolbox > spatial analyst tools > surface > slope

Hidrología: Con los principales, ríos, quebradas, lagunas y lagos se desarrolló el mapa considerando una distancia mayor o igual a 500 metros de cualquier fuente de agua.

Áreas Naturales Protegidas: De acuerdo a la data de ÁNP del Perú el todo el ámbito jurisdiccional del Distritos de la provincia de Azángaro NO se presentan Áreas Naturales Protegidas, este criterio no fue considerado. Utilizando la misma metodología de buffer.

Fallas Geológicas: Con la Data suministrada se elaboró el Mapa de Fallas Geológicas considerando una distancia mayor o igual a 500 metros de dichas fallas. Realizado con la herramienta buffer de la extensión del ArcGIS 10.3.

Centros Poblados: Se identificaron un total de centros poblados en toda la jurisdicción de la provincia de Azángaro a partir de ello se elaboró el mapa de criterios considerando una distancia mayor o igual de 500 metros de dichos centros poblados. También será usado buffer de la extensión del ArcGIS 10.3.

Paso 3 evaluación multicriterio con ponderación binaria.

Transformación de ráster a polígono mediante el siguiente proceso:

Arc toolbox > conversión tolos> from raster >raster to polygon

Utilización de tabla de atributo para reclasificación y ponderación binaria de 0 y 1 de acuerdo a la valides otorgada.

Add field..> ponderación > ok

Paso 4. Automatización mediante model builder mediante el siguiente proceso  
Geoprocessing> ModelBuilder>agregar extensión>guardar proceso>corer proceso – run

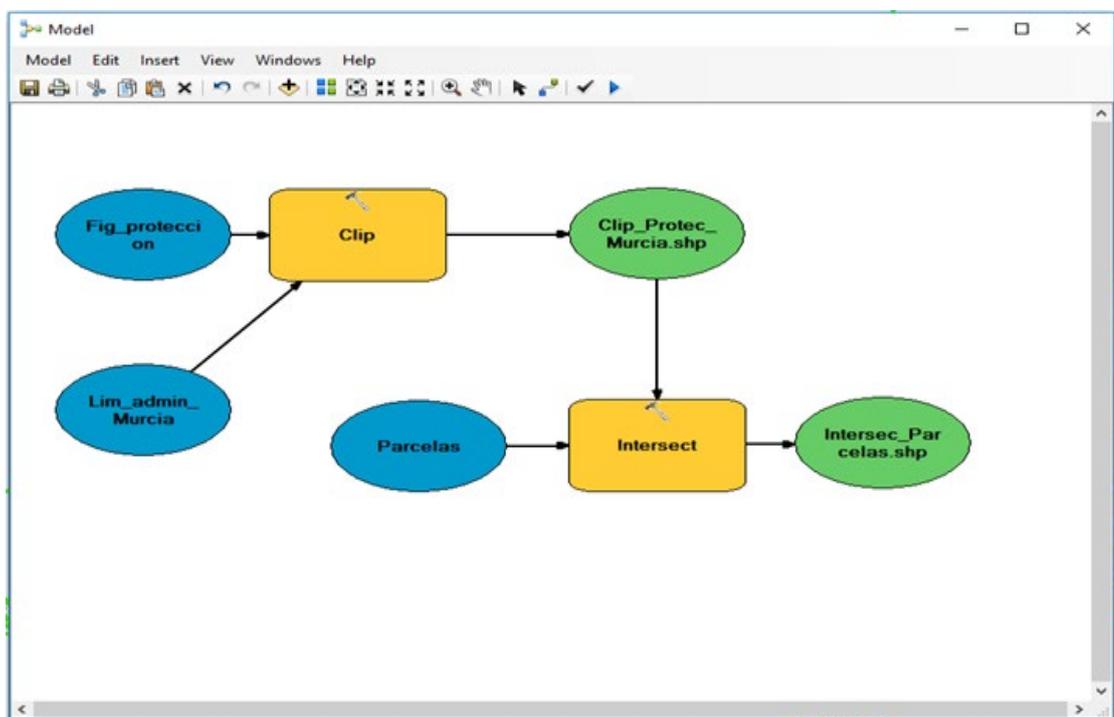


Figura 1. ZoneGIS 2017. Model referencial

Fuente: Elaboración propia.

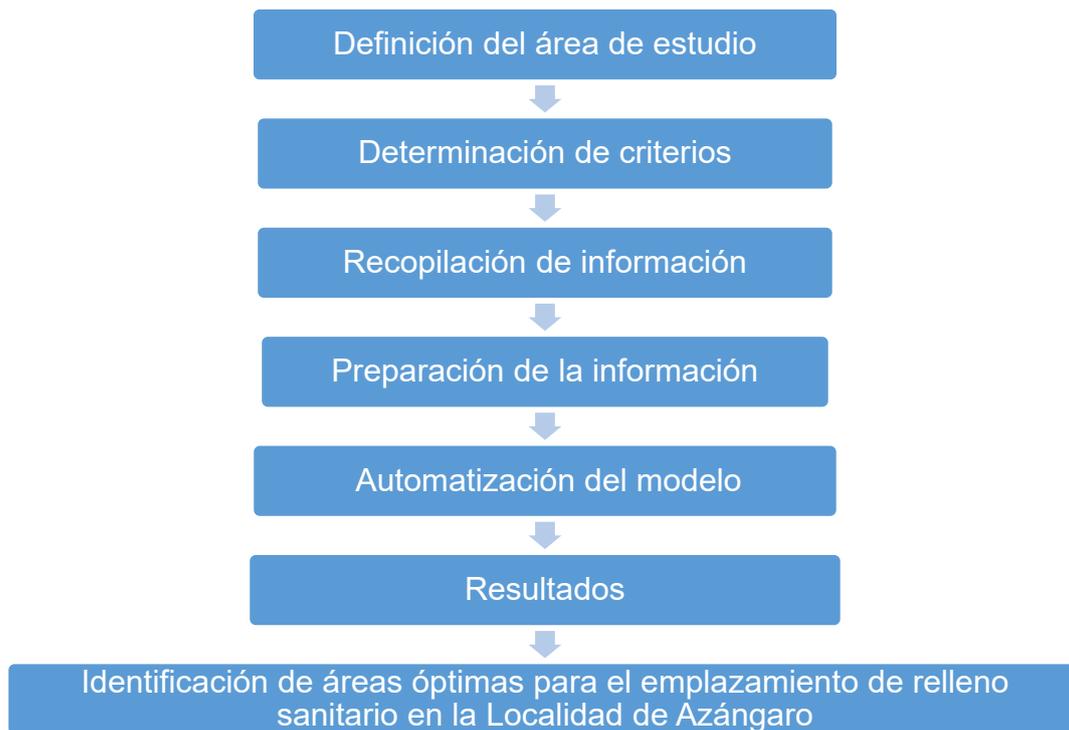


Figura 2. Diagrama de metodología

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6. Método de análisis de datos

El trabajo realizado se proyectó en el programa ArcGIS 10.3 y análisis de multicriterio Para la obtención de emplazamiento de disposición final para residuos sólidos, se asignó valores de ponderación binaria (0 y 1) de acuerdo al grado de aceptación como idóneo y no idóneo las variables estudiadas, por último, se empleó el model builder como proceso de automatización. Conjuntamente, se utilizó el programa SPSS con el objetivo de corroborar la fidelidad y confianza de los datos obtenidos del software ARGIS 10.3.

### 3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación se realizará con el fin de demostrar información confiable, ya que la investigación se realizará de con data de instituciones que vienen realizando trabajos con actualizaciones e investigación de publicación

veraz, con revisión minuciosa. Por otro lado, el análisis y el procesamiento se realizará de acuerdo a las lo establecido en el reglamento y guía establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú.

#### **IV. RESULTADOS**

Como Objetivo General se elaboró la Automatización de un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa en la identificación de emplazamiento óptimo para relleno sanitario en la Localidad Azángaro 2022. Se realizó el modelo espacial con la herramienta Model Builder de ArcGis 10.3, inicialmente se realizó un clip de las capas (en formato raster), como también se trabajó con distancias euclidianas de cada uno de los parámetros para demarcarlos en la Localidad, se utilizó un pre test y un pos test para comparar el modelo automatizado con el modelo clásico demostrando que el primero puede ser utilizado por estudios posteriores



Figura 3. Modelo de aplicación para el estudio de selección áreas óptimas para relleno sanitario.  
Fuente. Elaboración propia

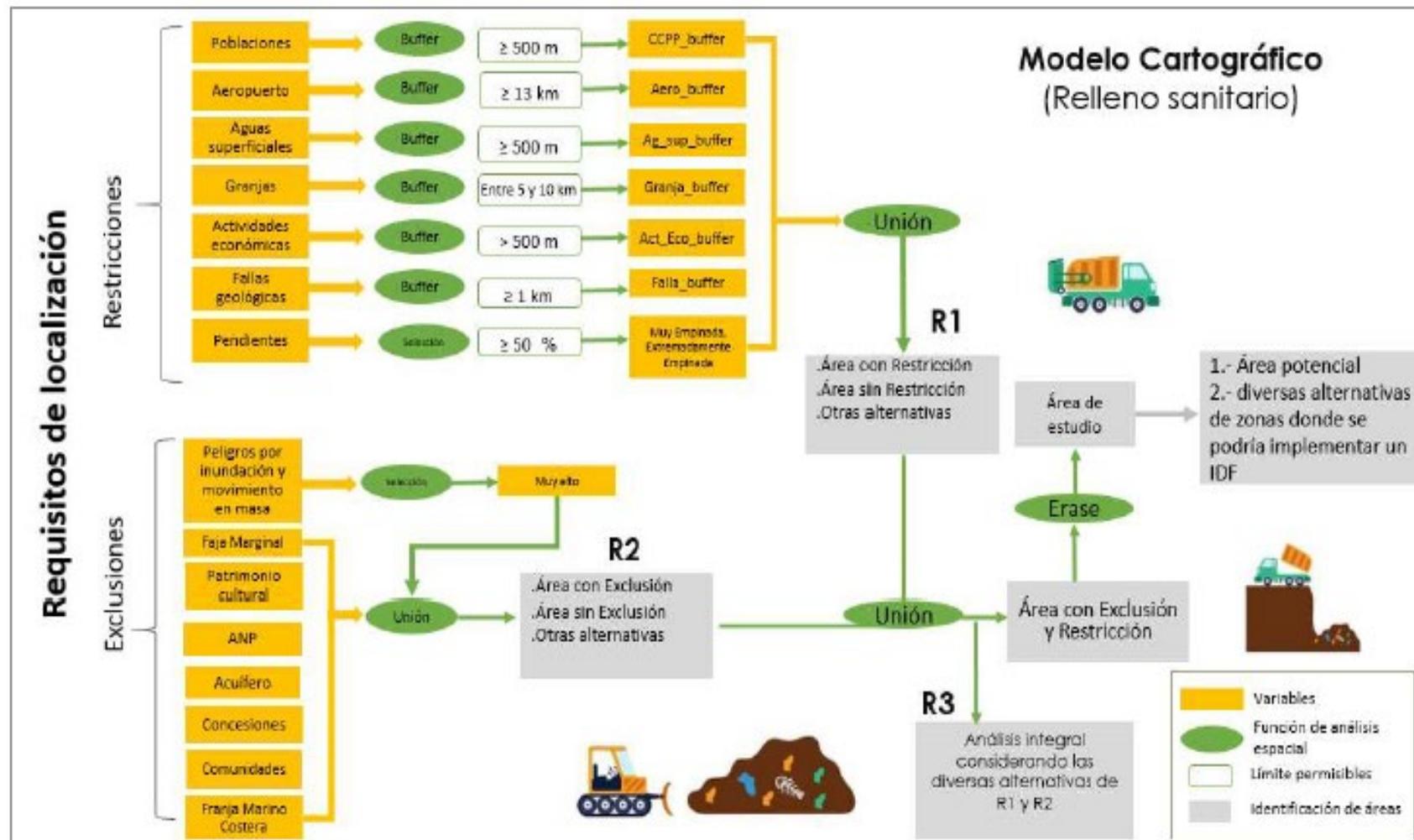


Figura 4. Modelo clásico para el emplazamiento de áreas idóneas

Fuente. Minam

Para lograr el primer objetivo específico propuesto, consistió en aplicar los datos tomados del decreto N° 014-2017-Minam y Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales Minam (2021), se elaboró una compilación de información y ponderación con valores de: 1 (alto ), 0 (bajo ) considerando las características para el emplazamiento de rellenos sanitarios como señala cada parámetro de restricción y exclusiones y donde se visualiza en las tablas para la identificación de áreas óptimas como posibles espacios geográficas.

**Tabla 2. Tabla de restricciones**

RESTRICCIONES	Condiciones	Fuente	Ponderación
Distancia a centros poblados	>- 500 m	INEI	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Distancia a aeropuertos	>- 13 km		1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Distancia a fuentes de agua superficiales (cause de ríos, lagos y lagunas)	>- 500m	portal GEOGPS-PERU	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Granjas avícolas	5km a 10km	SENASA	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Distancia a áreas a donde se desarrolla actividades económicas (áreas agrícolas)	>- 500m		1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Fallas geográficas	>-1km	GEOCATMIN	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Pendiente	muy empinado a extremadamente empinado	MINAGRI	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)

Fuente: Elaboración propia adaptada de Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales.

Para la tabla de exclusiones se tomaron en cuenta 7 criterios los cuales fueron sacados del decreto N° 014-2017-MINAM y Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, asimismo, le asignó una ponderación binaria las cuales fueron de 1 (alto potencial), 0 (bajo potencial).

**Tabla 3. Tabla de Exclusiones**

EXCLUSIONES	Fuente	Ponderación
Preservación de áreas naturales protegidas	SERNANP	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Peligros , susceptibilidad por inundación y movimiento en masas	INGEMMET	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Zonas de pantano , humedales o recarga de acuíferos	ANA	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Faja marginal	ANA	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Franja marina costera	ANA	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Preservación de patrimonio cultural	MINAGRI	1(alto potencial), 0 (bajo potencial)
Concesiones mineras, petroleras, (en explotación)	INAGEMMET	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)
Propiedad de comunidades campesinas	INGEMMET	1 (alto potencial), 0 (bajo potencial)

Fuente: Elaboración propia adaptada de Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales.

Dentro del segundo objetivo se definió la ponderación binaria para precisar los sectores idóneos y no idóneos del relleno sanitario, en esta fase terminal de la investigación se conoció los resultados, a las que se les asigna un peso de cero (0) regiones no adecuadas, y un peso de uno (1) regiones adecuadas. Como primer parámetro evaluado fue el mapa de fallas geológicas en la provincia de Azángaro, como se visualiza en la Tabla 4. El área no apta obtenida es de 643,208186 hectáreas y la apta es de 4437, 5058 hectáreas lo cual indica que es un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto a la variable de fallas geológicas.

**Tabla 4.** Sector de alcance de fallas geológicas

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	4437.5058	87.34%
Zona no apta	0	643.208186	12.66%
Total		5080.71399	100%

Fuente: Elaboración propia

El segundo parámetro que se obtuvo fue, el Mapa de alcance de distancia de lagos y lagunas de Azángaro como se puede visualizar en la Tabla N°5. Se obtuvieron cómo sectores no idóneos a 334.508718 hectáreas y como idóneas a 4746.20591 hectáreas siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario relativo al indicador de distancia de lagos y lagunas.

**Tabla 5.** Áreas de alcance de distancia de lagos y lagunas.

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	4746.20591	93.42%
Zona no apta	0	334.508718	6.58%
Total			100%

Fuente: Elaboración propia.

El tercer parámetro evaluado es el Mapa de Influencia de distancia de Ríos de la Provincia de Azángaro como se puede visualizaren la Tabla N°6. Se obtuvieron cómo sectores no idóneos a 2805.82196 hectáreas y como sectores aptos a 2274.88118 hectáreas siendo un área con bajo alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario referente al parámetro distancia de ríos.

**Tabla 6. Sector de alcance de distancia a ríos.**

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	2274.88118	44.77%
Zona no apta	0	2805.82196	55.23%
Total		5080.71462	100%

Fuente: Elaboración propia.

El cuarto parámetro que se evaluó fueron, los sectores de alcance de distancia a actividad económica respecto a la Localidad de Azángaro como se visualiza en la Tabla 7. Se obtuvieron cómo sector no idóneas 1384.5046 hectáreas y como áreas idóneas a 3696.1932 hectáreas siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al indicador de distancia a actividad económica.

**Tabla 7. Sector de alcance de distancia a actividad económica.**

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	2274.88118	72.75%
Zona no apta	0	2805.82196	27.25%
Total		5080.6978	100%

Fuente: Elaboración propia.

El quinto parámetro evaluado fue el sector de alcance de comunidades campesinas respecto a la localidad de Azángaro como se puede ver en la Tabla N° 8. Se obtuvo cómo sector no adecuadas 680.077942 hectáreas y como sector adecuado a 4400.62137 hectáreas siendo un área confiable para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al indicador de comunidades campesinas.

**Tabla 8.** Sector de alcance de comunidades campesinas.

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	4400.62137	86.61%
Zona no apta	0	680.077942	13.39%
Total		5080.69931	100%

Fuente: Elaboración propia.

El sexto parámetro evaluado fue el Área de Influencia de Pendiente respecto a la localidad de Azángaro lo cual se especifica en la Tabla N° 9. Se obtuvo como sector no idóneo a 1343.42886 hectáreas y como áreas adecuadas 372.007686 hectáreas con bajo potencial para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al indicador comunidades Pendiente.

**Tabla 9.** Sector de alcance de pendientes.

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	372.007686	21.69%
Zona no apta	0	1343.42886	78.31%
Total		1715.43655	100%

Fuente: elaboración propia.

El séptimo parámetro evaluado fue el Área de alcance de Susceptibilidad por inundación en la localidad de Azángaro lo cual, se especifica en la Tabla N°10. Se obtuvieron como sector no adecuadas 754.947383 a hectáreas y como sector adecuadas 4325.75383 hectáreas siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al indicador de Susceptibilidad por inundación.

**Tabla 10.** Sector de alcance de Susceptibilidad por inundación

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	4325.75383	85.14%
Zona no apta	0	754.947383	14.86%
Total		5080.70121	100%

Fuente: elaboración propia.

El octavo parámetro evaluado se obtuvo fue el Área de alcance de Susceptibilidad por inundación respecto a la localidad de Azángaro lo cual, se especifica en la Tabla N°11. Se obtuvieron como sector no idóneo 754.947383 hectáreas y como sector idóneo 4325.75383 hectáreas, siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al indicador de Susceptibilidad por inundación.

**Tabla 11. Áreas de alcance de Susceptibilidad por inundación.**

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	5078.16872	99.95%
Zona no apta	0	2.556761	0.05%
Total		5080.72548	100%

Fuente: elaboración propia.

El noveno parámetro evaluado fue Área de alcance de Acuíferos respecto a la localidad de Azángaro lo cual, se especifica en la Tabla N°12. Se obtuvieron como áreas no adecuadas 895.927253 hectáreas y como áreas adecuadas 4184.78297 hectáreas, siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al indicador Susceptibilidad por Acuíferos.

**Tabla 12. Áreas de alcance de Acuíferos**

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	4184.78297	82.37%
Zona no apta	0	895.927253	17.63%
Total		5080.71023	100%

Fuente: elaboración propia.

El décimo parámetro evaluado fue el Área de alcance de bofedales respecto a la localidad de Azángaro lo cual, se especifica en la Tabla N°13. Se obtuvieron como sector no idóneo 50.747776 hectáreas y como sector idóneo 5029.95329 hectáreas, siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con respecto al parámetro de bofedales.

**Tabla 13.** Sector de alcance de Bofedales.

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	5029.95329	99.00%
Zona no apta	0	50.747776	1.00%
Total		5080.70107	100%

Fuente: elaboración propia.

El décimo primero parámetro se evaluó las Áreas de alcance de concesiones mineras en la localidad de Azángaro, lo cual, se visualiza en la Tabla N° 14. Se obtuvieron 537.321262 hectáreas como área no idónea y 4543.38937 hectáreas siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario con relación al parámetro.

**Tabla 14.** Áreas de alcance de Concesiones mineras.

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	4543.38937	99.00%
Zona no apta	0	537.321262	1.00%
Total		5080.71113	100%

Fuente: elaboración propia.

El décimo segundo parámetro evaluado fue el Área de distancia a centros poblados respecto a la localidad de Azángaro lo cual, se identifica en la Tabla N° 15. Se obtuvieron como áreas no idóneas 4379.03145 hectáreas y como áreas idóneas 701.687952 hectáreas siendo un área con alcance para el emplazamiento de un relleno sanitario en relación al parámetro de centros poblados.

**Tabla 15.** Sector de alcance distancia centros poblados.

Tipo de área	Ponderación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Zona apta	1	701.687952	86.19%
Zona no apta	0	4379.03145	13.81%
Total		5080.7194	100%

Fuente: elaboración propia.

En la meta N°03 se desarrolló una integración de mapas temáticos, en esta etapa se sistematizó y diagnosticó la zona de estudio de la localidad de Azángaro a partir de información de limitaciones y exclusiones.

Mapa de fallas geológicas.

La realización del mapa temático de centros poblados, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 5, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento, tomando en cuenta caserío, ciudad, conjunto habitacional, cooperativa agrícola, pueblos.

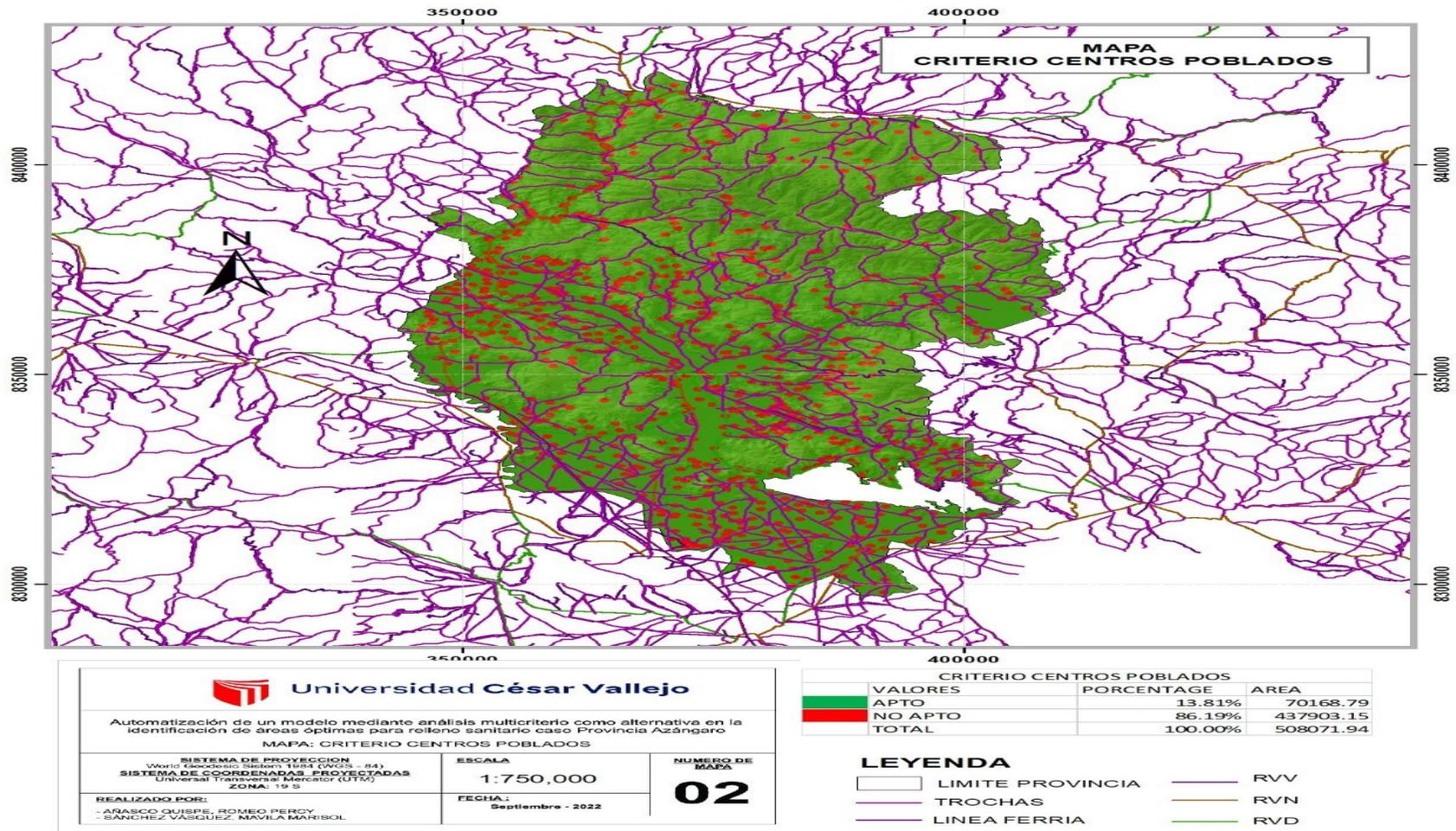


Figura 5. Mapa de criterios de centros poblados

Fuente: elaboración propia.

La realización del mapa temático de ríos, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento, tomando en cuenta cartas nacionales 29v,29x,30x,30v,31v y 31x .

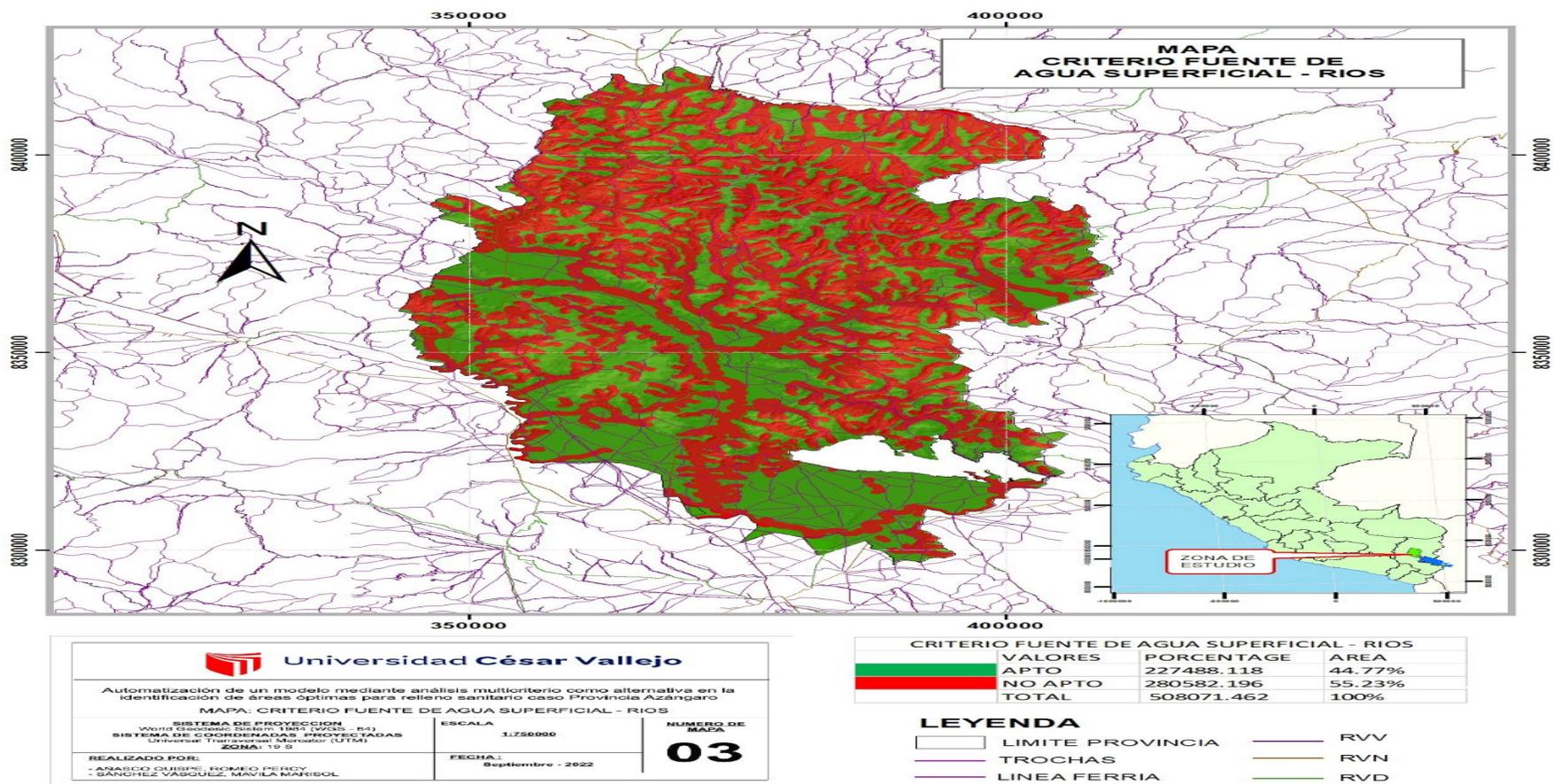


Figura 5. Mapa de Aguas Superficial Fuente: elaboración propia.

La realización del mapa temático de lagos y lagunas, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

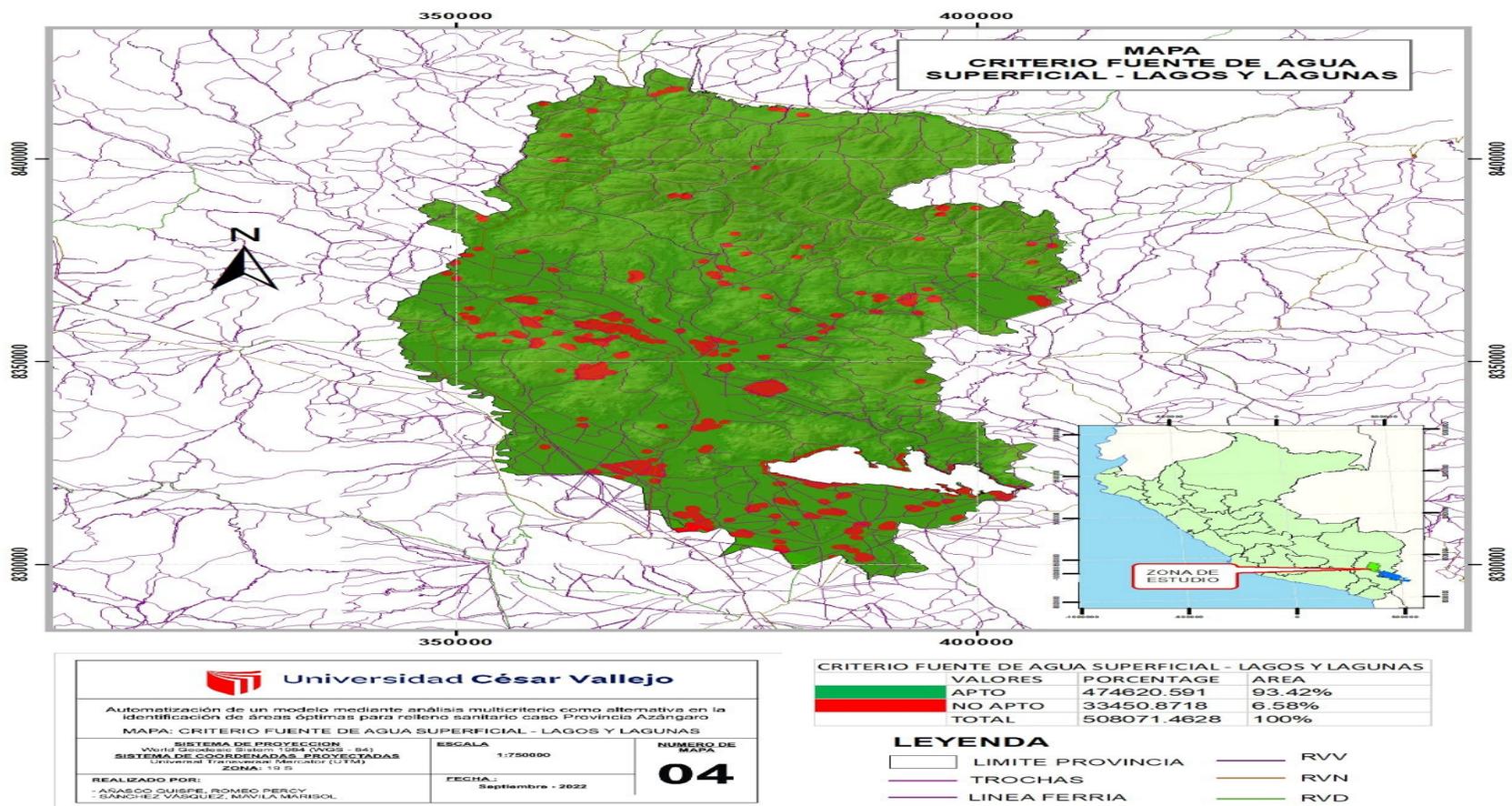


Figura 6. Mapa de Agua Superficial – Lagos y Lagunas  
Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de actividad económica – Zona agrícola, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

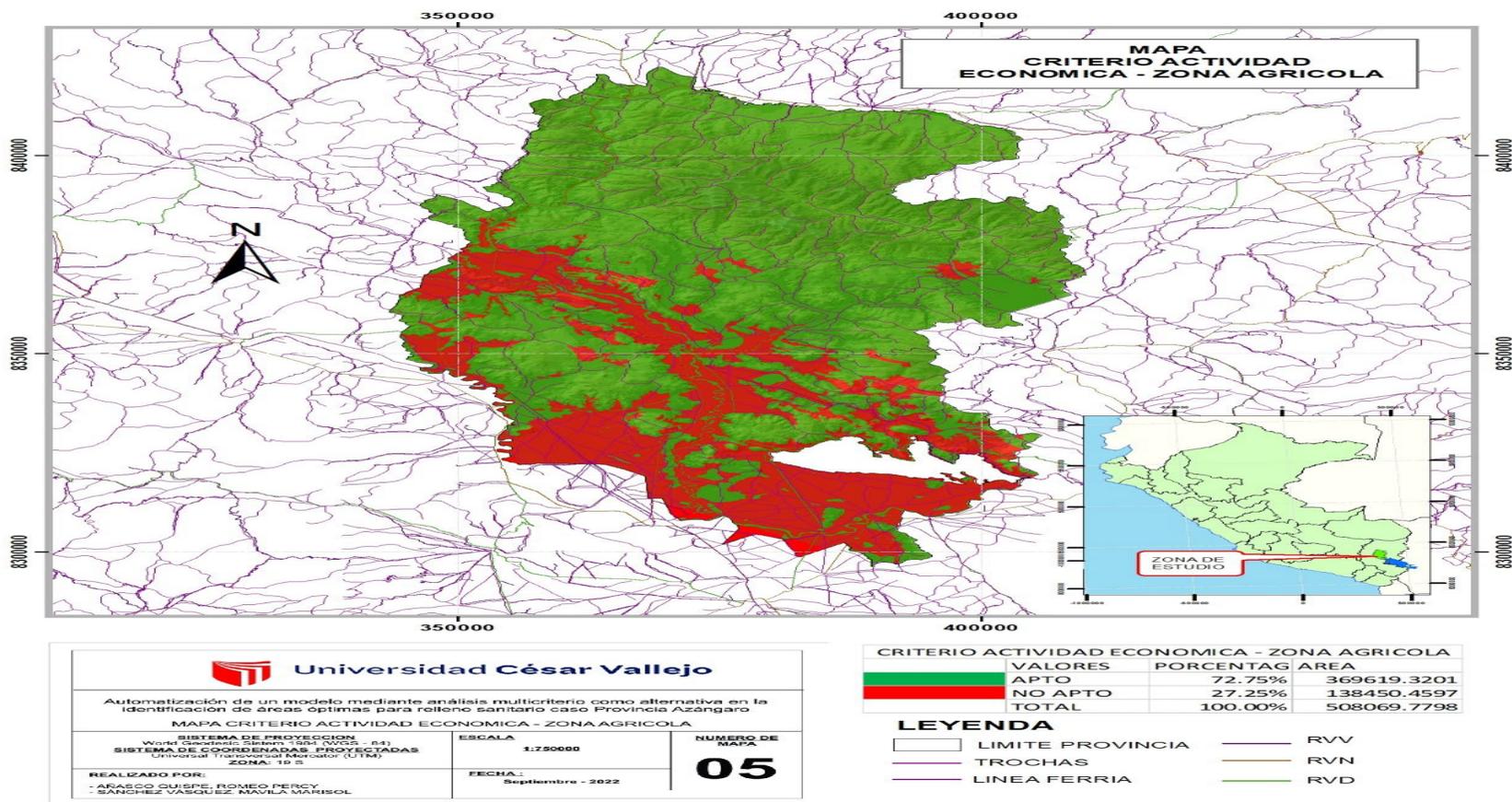


Figura 7. Mapa de Zona Agrícola  
Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de Fallas Geográficas, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

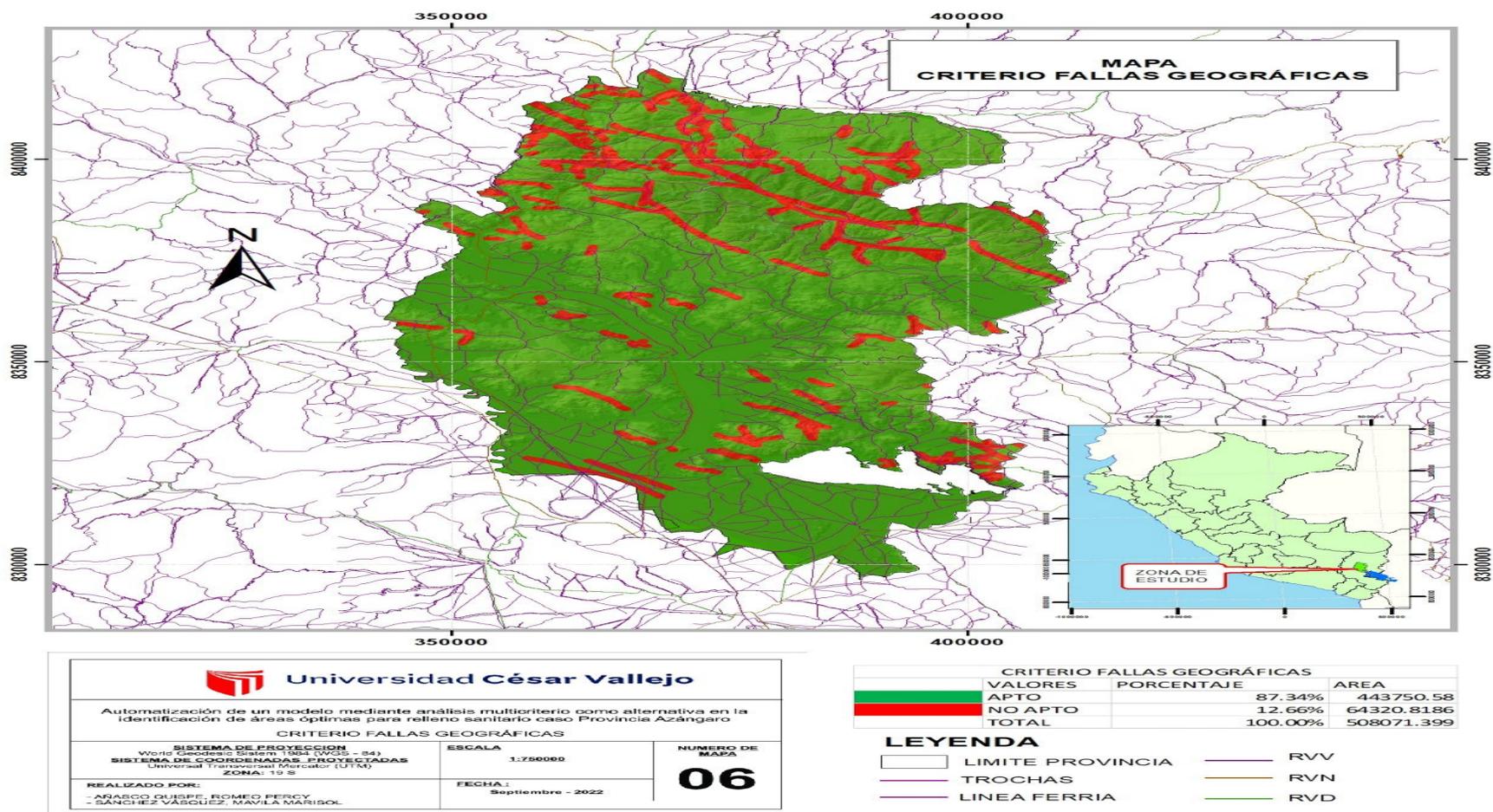


Figura 8. Fallas Geográficas  
 Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de criterio Pendientes, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

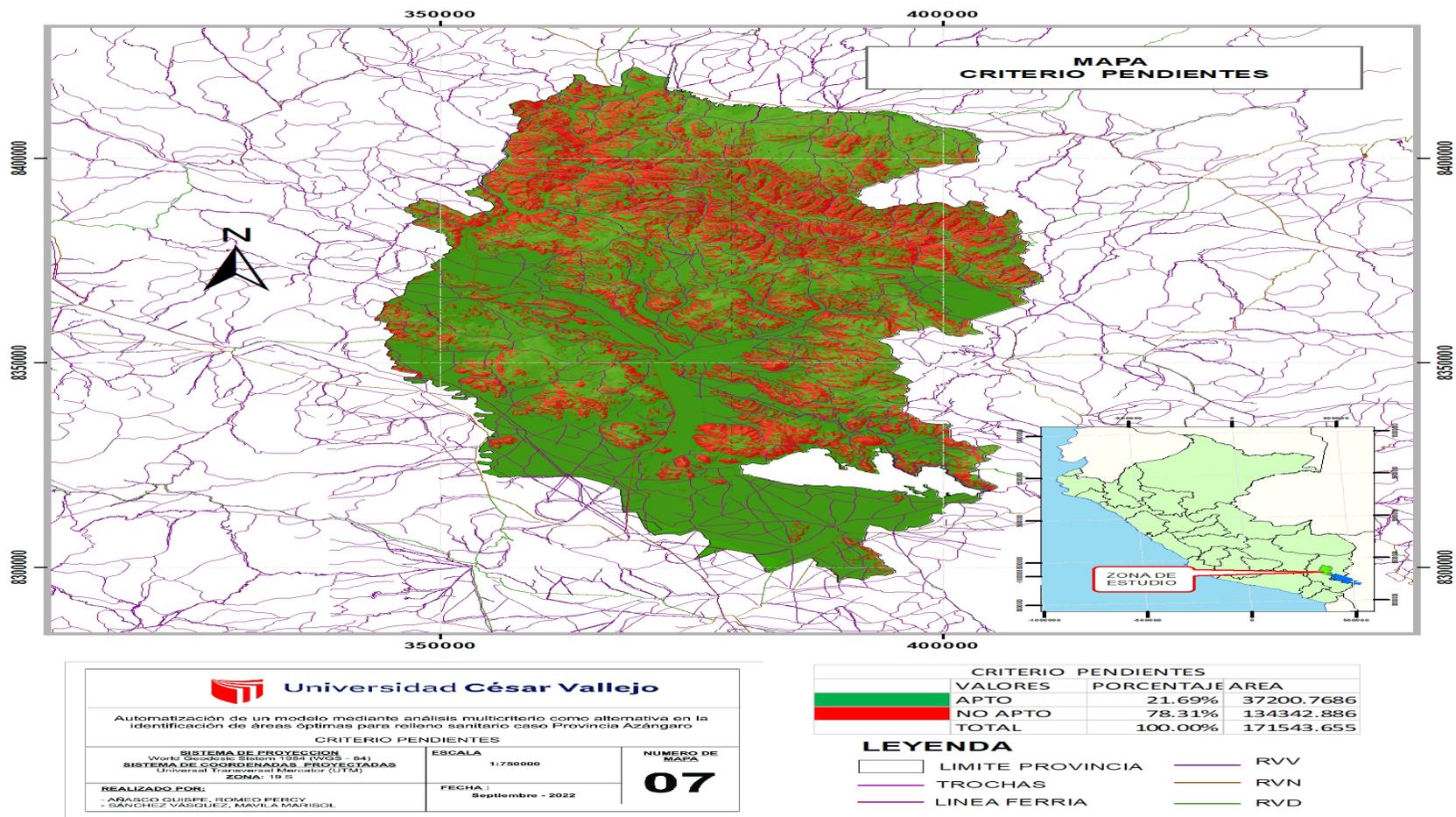


Figura 9. Mapa de Pendientes  
 Fuente: Elaboración propia.

Proyección del mapa de criterio Zonas de Susceptibilidad, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

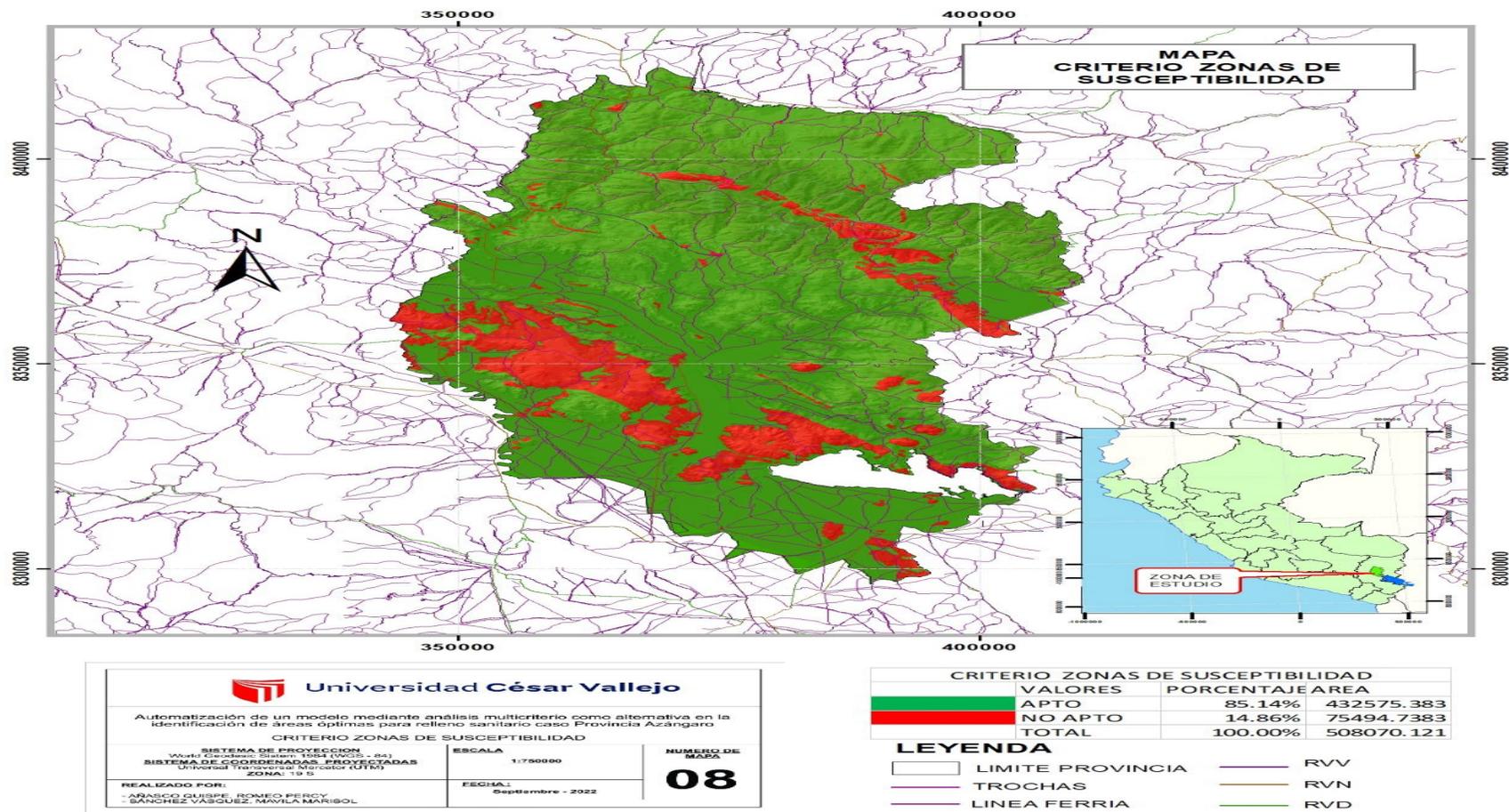


Figura 10. Mapa de Zonas de Susceptibilidad  
 Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de Zonas de Bofedales, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

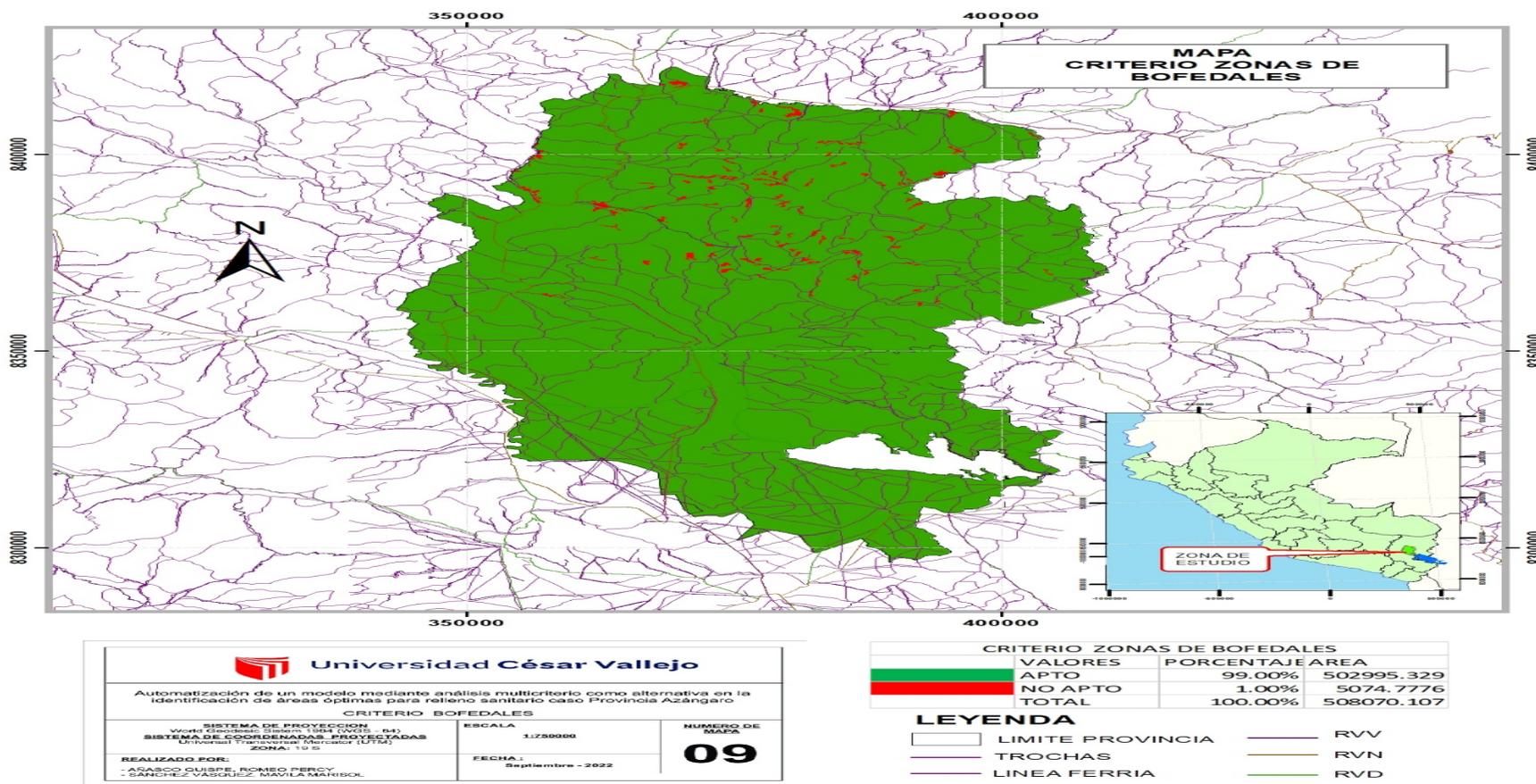


Figura 12. Mapa de Zonas de Bofedales.  
Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de Zonas de Acuíferos, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

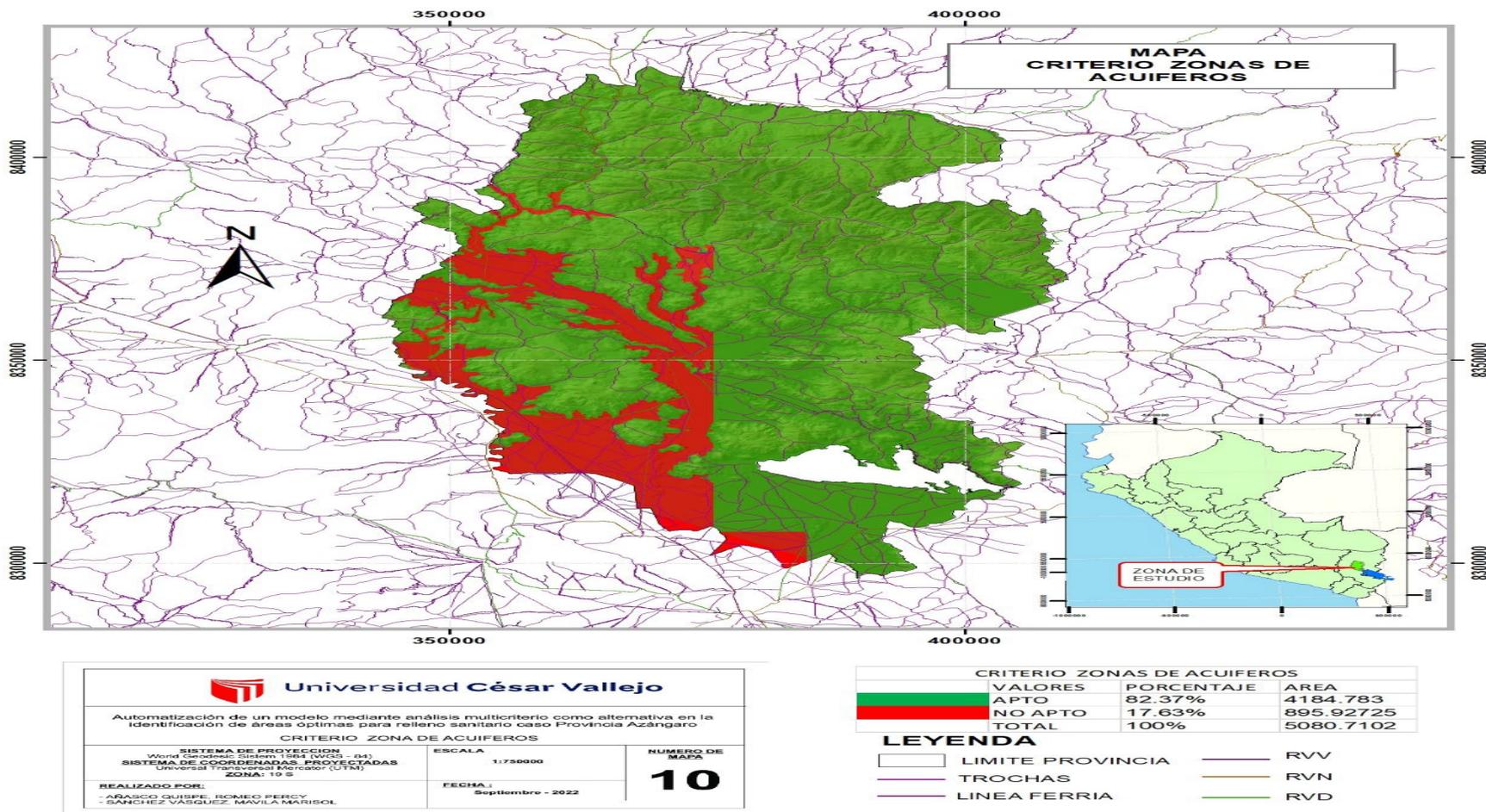


Figura 13. Mapa de Zonas de Acuíferos  
Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de Zonas de Patrimonio Cultural, obtenido del portal SERNAME, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

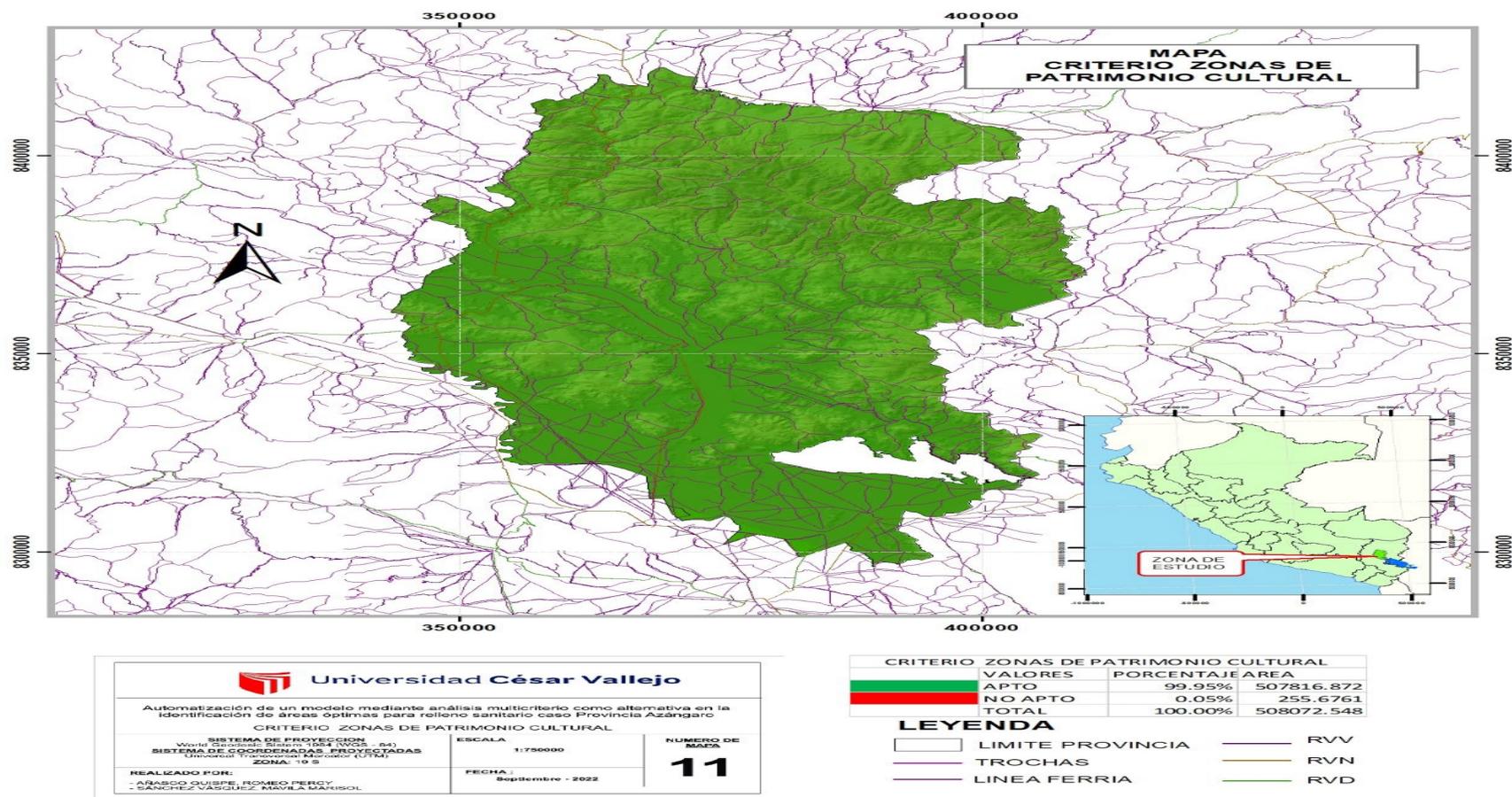


Figura 14. Mapa de Patrimonio Cultural  
Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de Concesiones Mineras, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento.

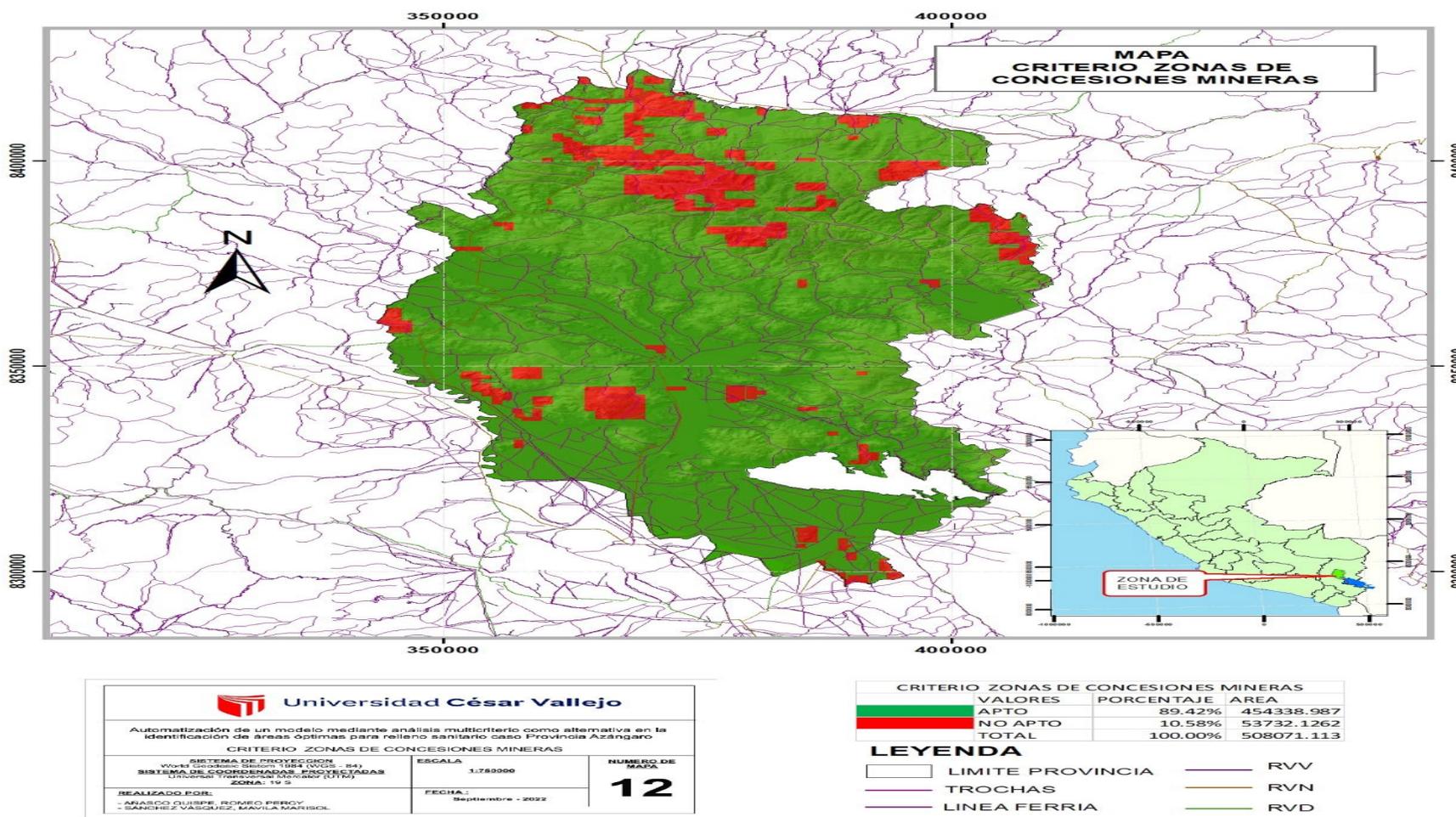


Figura 15. Mapa de Concesiones Mineras  
Fuente: elaboración propia.

La proyección del mapa de Zonas de Comunidades Campesinas, obtenido del portal GEOGPS-PERU, del cual se descargó un shapefile de falla (shp) a escala 1:1000, como se visualiza en la Figura 1, editado en ArcGIS 10.3 utilizando herramientas de geo procesamiento

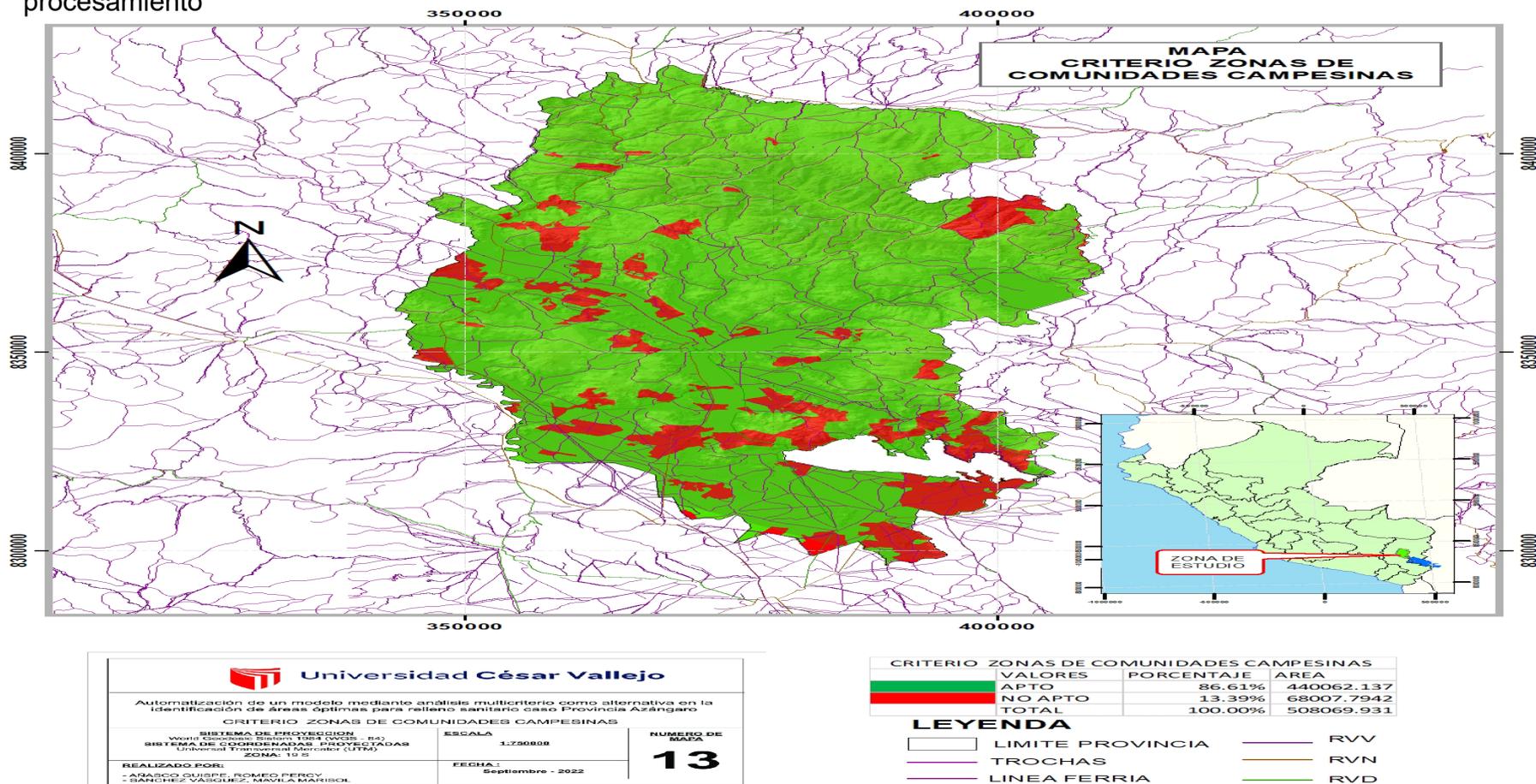


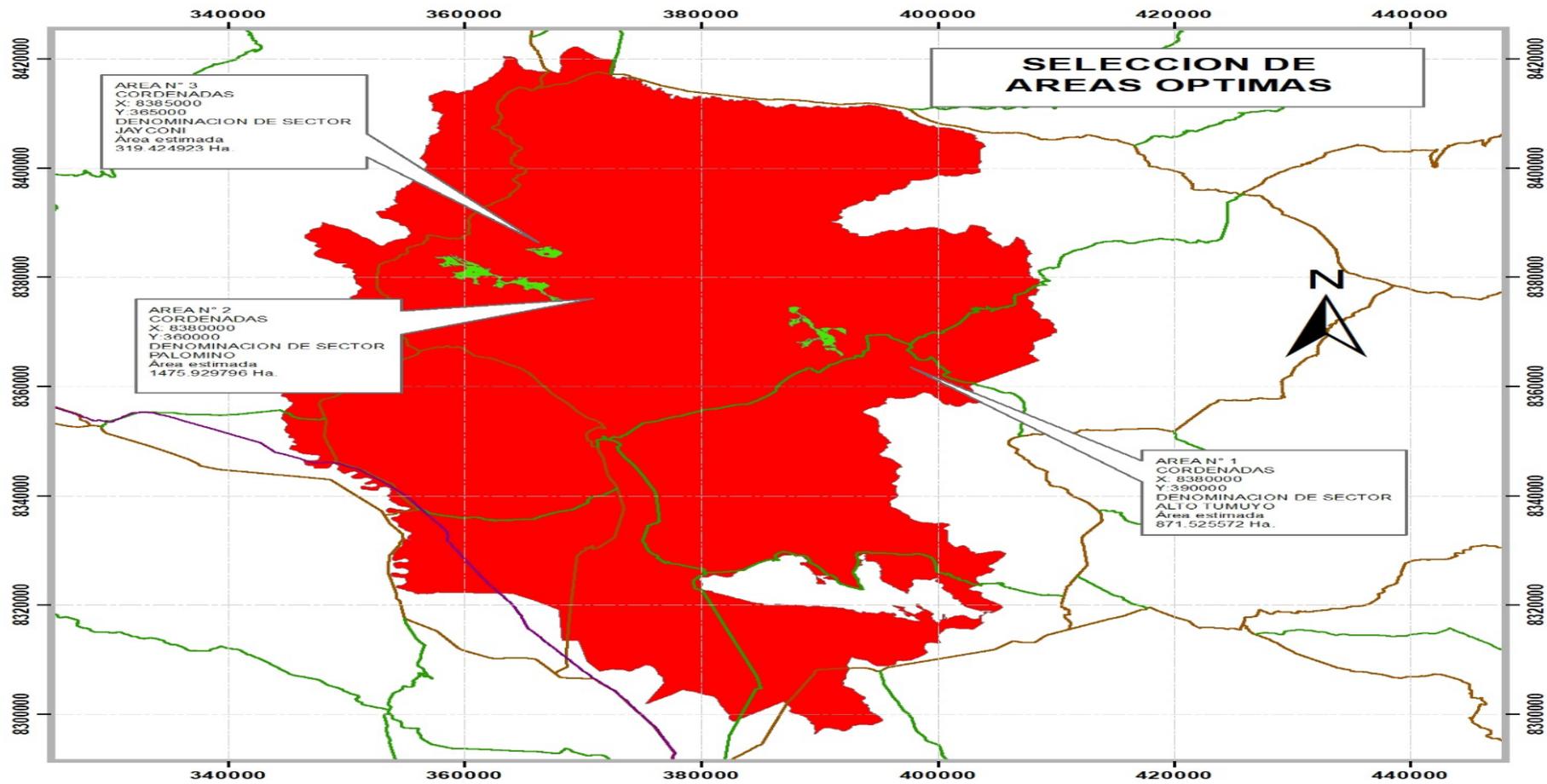
Figura 16. Mapa de Comunidades Campesinas  
 Fuente: elaboración propia.

Se obtuvieron tres sitios con condiciones idóneas para el emplazamiento del relleno sanitario de la localidad de Azángaro a través del sistema Información geográfica.

Área N° 01: Denominada Alto Tumuyo cuyas coordenadas fueron X: 8380000, Y: 390000 con un área estimada de 8710525572 ha cumpliendo con cada uno de los parámetros que se estudió, siendo uno de los principales cercano a las vías y a la localidad de Asillo, Muñani y Azángaro.

Área N° 02: Denominada Sector Palomino cuyas coordenadas fueron X: 8380000, Y: 360000 con un área estimada de 1475.929796 hectáreas cumpliendo con cada uno de los parámetros que se estudió, siendo uno de los principales cercano a las vías y a la localidad de José Domingo Choque huanca, Muñani y Azángaro.

Área N° 03: Denominada Sector Jay Coni cuyas coordenadas fueron X: 8385000, Y: 365000 con un área estimada de 319.424923 hectáreas cumpliendo con cada uno de los parámetros que se estudió, siendo uno de los principales cercano a las vías y a la localidad de Asillo, Muñani y Azángaro.



 **Universidad César Vallejo**

**Automatización de un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa en la identificación de áreas óptimas para relleno sanitario caso Provincia Azángaro**

<b>SISTEMA DE PROYECCION</b> World Geodetic System 1984 (WGS - 84) <b>SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS</b> Universal Transversal Mercator (UTM) ZONA: 19 S	<b>ESCALA</b>	<b>NUMERO DE MAPA</b> <b>16</b>
<b>REALIZADO POR:</b> - ARASCO QUISEPÉ, ROMEO PERCY - SANCHEZ VÁSQUEZ, MAVILA MARISOL	<b>FECHA:</b> Septiembre - 2022	

**LEYENDA**

-  linea\_ferrea
-  RVD\_Eje
-  RVN\_Eje
-  3\_AREAS\_SELECCIONADAS
-  azangaro

Figura 17. Mapa de Selección de Áreas

Fuente: elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN

Sobre los resultados obtenidos al delimitar zonas aptas y no aptas para el emplazamiento de Relleno Sanitario en la Localidad de Azángaro, departamento de Puno y consto en aplicar un enfoque de análisis de multicriterio conjuntamente con sistema de información geográfica, y la automatización de un modelo geo espacial se obtuvieron los siguientes resultados de discusión comparados con trabajo consultados previamente.

El estudio que realizo Jimenez,(2017) propuso un modelo espacial para determinar áreas de disposición final utilizando las herramientas del Sig y model builder demostrando de esta manera 6 163 sitios aptos que cumplen con más de 14 parámetros propuestos, equivalente un área total de 707.637 Ha. Y representa el 25.879% con enfoque al área de estudio total, por lo tanto fue asequible la realización de los mapas del sector de evaluación, coincidiendo con el estudio que se está realizando ya que, se utilizó el sig y el model builder además, de la metodología que consistió en identificar los parámetros a estudiar para posteriormente plasmarlo en el modelo y elaborar los mapas temáticos a trabajar.

El enfoque de la investigación fue, semejante a la metodología del estudio de Paredes (2014), quien identifico parámetros de elección como el uso del suelo, pendiente, hidrología, geología; de igual manera se utilizó parámetros de exclusión y restricción (distancia a centros poblados, distancia a fuentes de agua, fallas geológicas), Sin embargo, difiere la parte donde se asigna rangos de calificación un peso asignado para cada una de las variables de exclusiones y restricciones.

Se coincidió con Rodríguez (2020), en el uso Sistema de Información Geográfica (SIG) en base a el análisis de multicriterio siendo fundamental en la distribución final de residuos sólidos para la localidad de Jaén – Cajamarca además, se evaluaron los parámetros de la Guía de diseño construcción, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario manual y el D.S. 014-2017 –MINAM,

sin embargo, los resultados que se obtuvieron son diferentes ya que se consideró 0 para zonas aptas y 1 para zonas no aptas como también realizando sus mapas cartográficos en tres criterios como físico, biológico y socio-estructural habiendo un resultado de 19 parámetros .

Por otra parte los resultados se asemejan a la investigación de Espejo (2017), aplico siete parámetros a fin de identificar los sectores con mayor posibilidad que cumplan con el emplazamiento de rellenos sanitarios en Chachapoyas, dentro de las principales están ; pendientes, geología, red vial, hidrología, uso de suelo forestal, núcleos urbanos, volumen de almacenamiento, distribuidos en factores biológicos, físico y social, asimismo se estableció cuatro sectores que complementen los requisitos indagados por el autor, estos criterios se evaluaron a través de una evaluación multicriterio, cada uno con un promedio de 0 para ubicaciones no óptimas y 1 para ubicaciones óptimas. Sobre los resultados obtenidos al delimitar zonas aptas y no aptas para el emplazamiento de Relleno Sanitario en la Localidad de Azángaro, departamento de Puno y consto en aplicar un enfoque de análisis de multicriterio conjuntamente con sistema de información geográfica, y la automatización de un modelo geo espacial se obtuvieron los siguientes resultados de discusión comparados con trabajo consultados previamente.

El estudio que realizo Jimenez,(2017) propuso un modelo espacial para determinar áreas de disposición final utilizando las herramientas del Sig y model builder demostrando de esta manera 6 163 sitios aptos que cumplen con más de 14 parámetros propuestos, equivalente un área total de 707.637 Ha. Y representa el 25.879% con enfoque al área de estudio total, por lo tanto fue posible la realización de los mapas temáticos del sector de estudio, coincidiendo de esta manera con el estudio que se esta realizando ya que, se utilizo el sig y el model builder ademas, de la metodologia que consistio en identificar los parámetros a estudiar para posteriormente plasmarlo en el modelo y elaborar los mapas tematicos a trabajar.

El enfoque de la investigación fue, semejante a la metodología del estudio de Paredes (2014), quien identificó criterios de selección como el uso del suelo, pendiente, hidrología, geología; asimismo utilizó parámetros de exclusión y restricción (distancia a centros poblados, distancia a fuentes de agua, fallas geológicas), Sin embargo, difiere la parte donde se asigna rangos de calificación un peso asignado para cada una de las variables de exclusiones y restricciones.

Se coincidió con Rodríguez (2020), en el uso Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante el análisis de multicriterio siendo fundamental en la distribución final de residuos sólidos para la localidad de Jaén – Cajamarca además, se evaluaron los criterios de la Guía de diseño construcción, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario manual y el D.S. 014-2017 –MINAM, sin embargo, los resultados que se obtuvieron son diferentes ya que se consideró 0 para zonas aptas y 1 para zonas no aptas como también realizando sus mapas temáticos en tres criterios como físico, biológico y socio-estructura dándole un total de 19 parámetros.

Por otra parte los resultados se asemejan a la investigación Espejo (2017), se empleó siete criterios para identificar los sectores con mayor posibilidad para el emplazamiento de rellenos sanitarios en Chachapoyas, dentro de las principales están; pendientes, geología, red vial, hidrología, uso de suelo forestal, núcleos urbanos, volumen de almacenamiento, divididos en factores biológicos, físico y social, asimismo se estableció cuatro sectores que cumplen con los requisitos investigados por el autor, estos criterios se evaluaron a través de una evaluación multicriterio, cada uno con un promedio de 0 para ubicaciones no óptimas y 1 para ubicaciones óptimas.

(Araiza y otros, 2018) concluye, en su investigación que el uso de la metodología de análisis de multicriterio en el SIG es una herramienta que siempre debe ser considerado en los programas de ordenamiento territorial, porque permite sopesar y relacionar una serie de variables ambientales. Además, indica que esta herramienta reduce tiempo, los costos y ayuda a tomar decisiones. Coincidiendo con la investigación ya que para identificar los parámetros a evaluar

se guio de la normativa de su país México NOM-083-SEMARNAT-2003, en el caso del presente estudio se tomaron del D.S. 014-2017 –MINAM, siendo fundamental las normas para poder determinar los criterios de restricción fue las áreas naturales protegidas, áreas de fallas.

En relación con la investigación que realizó (Balaw, y otros, 2020) aplicó sistema de información geográfica y análisis de decisión de criterios múltiples, incluyó criterios de factores de uso de la tierra y tipos de cobertura de la tierra, profundidad del agua subterránea, lineamiento, permeabilidad del suelo, río, tuberías de agua, pendiente, carreteras principales y restricciones mapas temáticos de pozos, áreas urbanizadas y áreas verdes. Seleccionándose un total de 7 vertederos de los cuales 2 fueron aptos para el estudio coincidiendo de esta manera con el estudio que se planteó ya que se utilizó los SIG y análisis de decisión de criterios múltiples para la selección de áreas obteniendo un total de vertederos para la identificación final de los residuos sólidos.

Perez, (2017) desarrolló e integró una metodología destinada a identificar lugares potencialmente seguros para el ámbito ambiental con el fin de la identificación final de los residuos sólidos urbanos. Los parámetros considerados se enfocaron en factores y restricciones, los cuales están implícitos en la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT – 2003. El método que aplicaron incluyen el uso de sistemas de información geográfica, análisis de conglomerados multivariados (conglomerados) y métodos multicriterio. Se determinaron las ubicaciones óptimas para el llenado: Atlixco, Tochinilco, Atziltzihuacan, Huaquechula, Tiangismanalco, coincidiendo de esta manera con el estudio que se planteó ya que se utilizó la norma oficial D.S. 014-2017 MINAM de Perú y se enfocó en analizar las restricciones y exclusiones de cada uno de los parámetros establecidos en dicha guía, pero difiere en el análisis de conglomerados ya que dicho método no se empleó.

## VI. CONCLUSIONES

Conclusiones en base al estudio:

En relación al objetivo 1: la estimación de sectores óptimos para el emplazamiento de un relleno sanitario en la provincia de Azángaro se automatizó un modelo geoespacial con la ayuda del model builder los cuales dieron como resultado un total de 13 mapas temáticos para mejor estructura del territorio fueron divididos en seis restricciones y seis exclusiones, las cuales permitieron delimitar áreas adecuadas para rellenos sanitarios en la Localidad de Azángaro.

En relación al objetivo 2: Se compiló información de cada uno de los parámetros de diversos portales tales como GEOGPS- PERU, SRRNANP, GEOCATMIN, INEI, SERNANP, INGEMMET, ANA en formato shapefile tomando en cuenta restricciones y exclusiones.

En relación al objetivo N° 03. Se utilizó la herramienta de multicriterio para definir de esta manera, los parámetros evaluados asignándolos una ponderación binaria (0,1), donde el valor "0" indica Área no apta y "1" área apta cumpliendo los requisitos y lineamientos del D.S N° 014-2017-MINAM, además, de la Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales (Minam 2021,p.16).

En relación al objetivo planteado N°04: Se elaboró los mapas temáticos para el conocimiento de las áreas óptimas obteniendo un total de tres sectores los cuales fueron Alto Tumuyo, Sector Palomino, por último, el sector Jay Coni cumpliendo con cada uno de los parámetros establecidos en el MINAM

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda compilar la información de los parámetros utilizados en geoservidores tanto públicas como privadas esta actualizada para tener una información más fehaciente y verídica referente al estudio que se plantee.

Se sugiere que la realización de futuros estudios referente a la provincia de Azángaro se tome en cuenta las áreas que se ha evidenciado en la presente investigación, realizar pruebas de campo para contrarrestarla con la información hallada en los mapas temáticos del Arc gis con el fin, de enriquecer el estudio y de esta manera hacer posible el emplazamiento del relleno sanitario y de esta manera se beneficie dicha población.

La automatización del modelo geoespacial fue de gran ayuda para identificar las áreas óptimas para el emplazamiento del relleno sanitario es por eso que se recomienda que dicho modelo se utilice en entidades tanto públicas y privadas para así poder escatimar costos y tiempo en pruebas de campo y puntos con GPS.

Una vez que se hayan identificado los sitios con condiciones óptimas para el emplazamiento de un relleno sanitario, se debería considerar realizar estudios con mayor énfasis sobre estos enfoques, como análisis hidrogeológicos a nivel de conocimiento para evitar la contaminación de los acuíferos, comprender profundidad, dirección y velocidad de la escorrentía para mejorar estudios cartográficos, que permitirán mejorar la eficacia de los resultados, también es preciso exponer datos espaciales sobre calidad ambiental, sensibilidades ambientales, meteorológicas y sociales y otros datos que enriquezcan la investigación.

Para mayor precisión, la información se puede ampliar agregando nuevas restricciones y criterios de selección para mejorar o enriquecer el análisis espacial (DS N° 014 - 2017 - MINAM).

## REFERENCIAS

- ARAIZA Aguilar, Antonio , y otros. 2018. Revista egipcia de teledetección y ciencias espaciales. [En línea] 17 de Enero de 2018. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] [https://www.researchgate.net/publication/322910753\\_Emplacement\\_of\\_solid\\_waste\\_management\\_infrastructure\\_for\\_the\\_Frailesca\\_Region\\_Chiapas\\_Mexico\\_using\\_GIS\\_tools](https://www.researchgate.net/publication/322910753_Emplacement_of_solid_waste_management_infrastructure_for_the_Frailesca_Region_Chiapas_Mexico_using_GIS_tools).
- BALAW, Abel, y otros. 2020. [En línea] 2020. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] [https://www.researchgate.net/publication/344105896\\_Suitable\\_landfill\\_site\\_selection\\_using\\_GIS-based\\_multi-criteria\\_decision\\_analysis\\_and\\_evaluation\\_in\\_Robe\\_town\\_Ethiopia](https://www.researchgate.net/publication/344105896_Suitable_landfill_site_selection_using_GIS-based_multi-criteria_decision_analysis_and_evaluation_in_Robe_town_Ethiopia).
- COBOS, Sandra, SOLANO Peláez, Luis y GÁRATE Rodríguez, César . 2021. Researchgate. [En línea] 2021. [Citado el: 22 de Mayo de 2022.] [https://www.researchgate.net/publication/348854138\\_CRITERIOS\\_DE\\_SELECCION\\_PARA\\_UN\\_SITIO\\_DE\\_DISPOSICION\\_FINAL\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_NO\\_PELIGROSOS\\_REVISION\\_DE\\_NORMAS\\_AMBIENTALES\\_LATINOAMERICANAS\\_Y\\_SU\\_CONTRASTE\\_CON\\_LA\\_NORMA\\_ECUATORIANA](https://www.researchgate.net/publication/348854138_CRITERIOS_DE_SELECCION_PARA_UN_SITIO_DE_DISPOSICION_FINAL_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_NO_PELIGROSOS_REVISION_DE_NORMAS_AMBIENTALES_LATINOAMERICANAS_Y_SU_CONTRASTE_CON_LA_NORMA_ECUATORIANA).
- CRUZ Colque, Marcela , y otros. 2020. Evaluación de la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en la Región de Puno, en los distritos de Puno, Juliaca y Azangaro. [En línea] 30 de Julio de 2020. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] <http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RIC/article/view/418/366>.
- ESTACIO Vidal, Jesús, y otros. 2021. [En línea] Julio de 2021. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/21774>.
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2016. Metodología de la Investigación. [En línea] 2016. [Citado el: 18 de Mayo de 2022.] [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf). 978-1-4562-2396-0.
- RODRÍGUEZ Lloret, Jesús y OLIVELLA, Rosa. Introducción a los sistemas de información geográfica y geo telemática. [En línea] [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53645/1/Introducci%C3%B3n%20a%20los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica.pdf>.
- 014-2017-MINAM, DECRETO SUPREMO N°. 2017. Minam. [En línea] 27 de Diciembre de 2017. [Citado el: 16 de Mayo de 2022.] [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds\\_014-2017-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf).

- ACEVEDO Suarez, Luis Fernando. 2021. [En línea] 2021.  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33256/2021LuisAcevedos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- APAZA, Hugo. 2018. [En línea] 2018.  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3395/apaza-aquino-hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- BERNAL Chávez, Julio Alexander y BONILLA, Johnatan . 2019. Scopus. [En línea] 22 de Mayo de 2019. [Citado el: 17 de Mayo de 2022.]  
<https://www.scielo.cl/pdf/signos/v53n103/0718-0934-signos-53-103-346.pdf>.
- CARRERO, Mario, UVIDIA, Gabriela y VILLACRES, Edison. 2017. [En línea] 2017.  
<https://revistas.gnbit.net/index.php/idata/article/view/13500/11937>.
- CHÁVEZ, César. s.f.. Google Académico. [En línea] s.f.  
<http://192.188.51.94/index.php/eidos/article/view/49/46>.
- DE LEON, Ricardo Antonio. 2017. [En línea] Junio de 2017.  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/09/De-Leon-Ricardo.pdf>.
- DECRETO LEGISLATIVO N°1278. 2016. *El peruano*. [En línea] 23 de Diciembre de 2016. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.]  
<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4>.
- DECRETO LEGISLATIVO N° 1278. 2017. [En línea] 28 de Febrero de 2017. [Citado el: 20 de Mayo de 2022.] <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>.
- ESPEJO Pingus, Angers. 2017. [En línea] 28 de Septiembre de 2017. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] <file:///C:/Users/msv03/Downloads/429-1697-2-PB.pdf>. 2414-8822 .
- ESRI. 2016. ArcGIS Resources. [En línea] 2016. [Citado el: 22 de Mayo de 2022.] <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/2.8/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm>.
- Germán, Arcos y Carrillo, Ulise. 2014. [En línea] 2014.  
<https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1516>.
- GIMENEZ Vera, Mariela y CARDOZO, Carlos. 2012. VII Congreso de Medio Ambiente /AUGM. [En línea] 24 de Mayo de 2012. [Citado el: 1 de Mayo de 2022.]  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26832/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26832/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- GODOY, Silverio. 2013. [En línea] Mayo de 2013.  
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/9623/PG-1247-Godoy%20Villca%2C%20Silverio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- GÓNZALES, Javier. researchgate. [En línea] [Citado el: 22 de Mayo de 2022.]  
[https://www.researchgate.net/publication/315060419\\_Una\\_propuesta\\_de\\_localizacion\\_optima\\_para\\_un\\_nuevo\\_sitio\\_de\\_disposicion\\_final\\_de\\_residuos\\_solidos\\_no\\_peligrosos\\_para\\_Bogota\\_DC.0123-3769](https://www.researchgate.net/publication/315060419_Una_propuesta_de_localizacion_optima_para_un_nuevo_sitio_de_disposicion_final_de_residuos_solidos_no_peligrosos_para_Bogota_DC.0123-3769).
- GRAJALES, Alberto, SERRANOMoya, Edgar y HAHN VON-H, Christine. 2016. LOS MÉTODOS Y PROCESOS MULTICRITERIO PARA LA EVALUACIÓN. [En línea] 2016. [Citado el: 18 de Mayo de 2022.]  
<https://www.redalyc.org/pdf/3217/321728584014.pdf>. 1909-2474.
- HERNÁNDEZ , Roberto, FERNÁNDEZ y BATISTA. 2000. [En línea] 2000. [Citado el: 1 de Junio de 2022.]  
<file:///C:/Users/msv03/Desktop/TESIS%20UCV%20Mavi/capitulo4.pdf>.
- Inei. 2017. Compendio Estadístico Puno. [En línea] 2017. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.]  
[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1506/libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1506/libro.pdf).
- JARAMILLO, Jorge. 2012. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de Agosto de 2022.]  
<https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>.
- JIMENEZ, Estefani. 2017. [En línea] 2017. [Citado el: 5 de Setiembre de 2022.]  
[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1649/Tesis\\_Residuos\\_Solidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1649/Tesis_Residuos_Solidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Laura QUISPE, Carlos David. 2016. [En línea] 2016. [Citado el: 18 de Mayo de 2022.] <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2274>. 978-3-639-64990-1.
- MAMANI, Gerly y LOAIZA, Victor. 2021. [En línea] 9 de Septiembre de 2021. [Citado el: 1 de Mayo de 2022.]  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5134>.
- MENDOZA, Kelly y ROCA, José. 2021. [En línea] Febrero de 2021.  
<http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1441/1/TTMA29D.pdf>.
- METCALF y Eddy. 1997. [En línea] 1997.  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0195\\_MT.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0195_MT.pdf).
- Minam. 2017. *EVALUACIÓN DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTO DE: GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*. 17 de Junio de 2017. pág. 150. citado por Bittner .
- MINAM. 2015. [En línea] 2015. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/plan-accion-mejora-calidad-aire-zona-atencion-prioritaria-cuenca-8>.
- . 2011. [En línea] Abril de 2011. [Citado el: 31 de Mayo de 2022.]  
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>.

- . 2021. Ministerio del Ambiente. [En línea] 2021. [Citado el: 5 de Setiembre de 2022.]  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2020314/ANEXO%20RM.%20124-2021-MINAM%20%20Guia%20Identificacion%20de%20Zonas%20para%20IDF.pdf.pdf>.
- NILS, Rodriguez. 2019. [En línea] 2019.  
<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3714/ING.%20AMBIENTAL%20-%20Nils%20Ala%20Rodriguez%20Tuesta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- OEFA. 2014. [En línea] Febrero de 2014. [Citado el: 16 de Mayo de 2022.]  
[https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=6471](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471).
- Oefa. 2016. Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial. Lima, Lima, Perú : IAKOB Comunicadores & Editores S.A.C., 2016. págs. 5-6.
- OMS. 2019. Organización Mundial de la Salud. [En línea] 14 de Junio de 2019.  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
- PALACIOS Orejuela, Fernando. 2018. [En línea] 5 de Mayo de 2018. [Citado el: 19 de Mayo de 2022.] citado por Pullar, Gomez, Barredo.  
<file:///C:/Users/msv03/Downloads/7.pdf>.
- PAREDES , Eliazar. 2018. [En línea] 2018. [Citado el: 27 de Julio de 2022.]  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10351/Paredes\\_Paredes\\_Eliazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10351/Paredes_Paredes_Eliazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- PASMIÑO, Rafael y PRETEL, Jorge. 2018. Alicia. [En línea] Enero de 2018.  
[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4216/1/REP\\_ING.IND\\_RAFAEL.PASMI%20JORGEPRETEL\\_DISE%20SISTEMA.SEGURIDAD.SALUD.TRABAJO.BASADO.LEY.29783.EMPRESA.INDUSTRIAS.VERLIM.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4216/1/REP_ING.IND_RAFAEL.PASMI%20JORGEPRETEL_DISE%20SISTEMA.SEGURIDAD.SALUD.TRABAJO.BASADO.LEY.29783.EMPRESA.INDUSTRIAS.VERLIM.pdf).
- PEREZ , Braulio. 2017. [En línea] Noviembre de 2017. [Citado el: 22 de Julio de 2022.] <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/596>.
- PÉREZ, Braulio. 2017. [En línea] 2017. [Citado el: 6 de Setiembre de 2022.]  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/596>.
- PLAZA Zambrano, Paula, BERMEO Toledo, Cesar y MOREIRA Menendez, Mercedes . 2019. [En línea] 2019. [Citado el: 17 de Mayo de 2022.]  
<https://learn-us-east-1-prod-fleet02-xythos.content.blackboardcdn.com/5ea8899e63bc1/22310226?X-Blackboard-Expiration=1652842800000&X-Blackboard-Signature=btEsv8oEd4Z%20BVVF7eQfp9qHpJJ6O%20FInU6G9w%20BaEtQYG%20Y%3D&X-Blackboard-Client-Id=529645&response-cache-con.978-9942-814-36-4>.

- PUCHA, Franz, y otros. 2017. [En línea] 2017. [Citado el: 1 de Junio de 2022.]  
[http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro\\_sig.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf). 978-9942-28-901-8.
- Quizhpi, Paulo. 2017. [En línea] Agosto de 2017.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14755/6/UPS-CT007250.pdf>.
- REINA, Jessica. 2015. [En línea] Abril de 2015.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10550/1/CD-6244.pdf>.
- Resolución Ministerial N° 1295-2018-MINSA. 2018. [En línea] 11 de Diciembre de 2018. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/Informe-Especial-N%C2%B0-24-2020-DP.pdf>.
- RODRIGUEZ, A, y otros. 2006. Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. *Informe de vigilancia tecnológica de la Universidad de Alcalá del Círculo de Innovación en Tecnologías MedioAmbientales y Energía CITME, España*. [En línea] 2006.  
<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/243/1045689774.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- RODRIGUEZ, A. 2014. Estudio De La Eficiencia De Un Filtro Sumergido Y Un FiltroPercolador En El Tratamiento Secundario De Las Aguas Residuales DomésticasMoyobamba. [En línea] 2014. citado por Rico Peñares, Ivonne.  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32684/1/2020\\_Sistema\\_fijacion\\_%20biopelicula.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32684/1/2020_Sistema_fijacion_%20biopelicula.pdf).
- RODRIGUEZ, Diego y Tacca, Marco. 2016. [En línea] 2016.  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2262/T10-R64-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- RODRIGUEZ, Javier, DIAZ, Rosa y HERRERA, José. 2021. Scielo. [En línea] Junio de 2021. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2227-47312021000300021&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2227-47312021000300021&script=sci_arttext).
- RODRÍGUEZ, Ruby. 2020. [En línea] 2020. [Citado el: 20 de Julio de 2022.]  
 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE INSTALACIONES PARA RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA.
- ROMERO, Rojas y RODRIGUEZ. 2016. [En línea] 2016.  
<file:///C:/Users/msv03/Downloads/114-595-3-PB.pdf>.
- SALAS, Jhosep. 2019. [En línea] 2019.  
[file:///C:/Users/msv03/Downloads/Jhosep%20Salas\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf](file:///C:/Users/msv03/Downloads/Jhosep%20Salas_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf).
- SIERRA, Lizbeth. 2018. [En línea] 2018.  
<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1076/Sierra%20Delzo%20Lizbeth%20Natividad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- SILVA, Jhonsy, y otros. 2022. [En línea] 12 de Enero de 2022. [Citado el: 31 de Mayo de 2022.] <https://andina.pe/agencia/noticia-amazonas-identifican-areas-potenciales-para-relleno-sanitario-chachapoyas-y-huancas-877509.aspx>.
- Tchobanoglous, G, Burton, F y Stense, H. 2003. Wastewater Engineering (Freatment And Reuse). [En línea] 2003. citado por Rico Piñeres Ivonne Daniela. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32684/1/2020\\_Sistema\\_fijacion\\_%20biopelicula.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32684/1/2020_Sistema_fijacion_%20biopelicula.pdf).
- TORRES, Ángela y GUAYARA, Angie. 2018. [En línea] 2018. [Citado el: 5 de Setiembre de 2022.] <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14675>.
- TORRI, Silvana. 2017. researchgate. [En línea] 15 de Setiembre de 2017. [Citado el: 22 de Mayo de 2022.] [https://www.researchgate.net/publication/319624681\\_Que\\_es\\_un\\_relleno\\_sanitario](https://www.researchgate.net/publication/319624681_Que_es_un_relleno_sanitario).
- VALDEZ, Cesar y VASQUEZ, Alba. 2003. [En línea] 2003. [https://www.academia.edu/31205529/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_tratamiento\\_y\\_disposici%C3%B3n\\_de\\_aguas\\_residuales](https://www.academia.edu/31205529/Ingenier%C3%ADa_de_los_sistemas_de_tratamiento_y_disposici%C3%B3n_de_aguas_residuales).
- VERA, I, y otros. 2016. Evaluación de materiales filtrantes para el reuso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*,. [En línea] 2016. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/243/1045689774.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- VILCHEZ, Ronald. 2020. [En línea] 2020. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64259/Vilchez\\_TRB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64259/Vilchez_TRB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- VILLACRES, Edison, Baño, Dario y García, Teonila. 2016. Redalyc. *Redalyc*. [En línea] 2016. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81649428009.pdf>.
- YILDIRIM, Volkan. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 10 de Setiembre de 2022.] [https://www.researchgate.net/publication/224979099\\_Application\\_of\\_raster-based\\_GIS\\_techniques\\_in\\_the\\_siting\\_of\\_landfills\\_in\\_Trabzon\\_Province\\_Turkey\\_A\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/224979099_Application_of_raster-based_GIS_techniques_in_the_siting_of_landfills_in_Trabzon_Province_Turkey_A_case_study).

## Anexos 1. Matriz de consistencia

Título	Problema principal	Objetivos	Hipótesis de la investigación	Variables	Indicadores	Metodología
Automatización de un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa en la identificación de áreas óptimas para relleno sanitario caso Provincia Azángaro, 2022	<p>¿De qué manera la automatización de un modelo mediante análisis multicriterio permite identificar áreas óptimas para un relleno sanitario, en la provincia de Azángaro?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>a. Cómo ayuda Aplicar los criterios tomados del decreto N° 014-2017-MINAM para la identificación de áreas óptimas como posibles espacios geográficas para la ubicación de relleno sanitarios.?</p> <p>b. ¿Cuál será la ponderación que se le asignará según la técnica de evaluación multicriterio?;</p> <p>c. ¿Cuál son los mapas temáticos de áreas potenciales para la ubicación de sitios de disposición final de relleno sanitario de la provincia de Azángaro.?,</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Automatizar un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa en la identificación de áreas óptimas para relleno sanitario caso Provincia Azángaro 2022</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a. Aplicar los criterios tomados del decreto N° 014-2017-MINAM para la identificación de áreas óptimas como posibles espacios geográficas para la ubicación de relleno sanitarios.</p> <p>b. Definir la ponderación binaria para identificar las zonas aptas y no aptas para relleno sanitario.</p> <p>c. Elaborar mapas temáticos de áreas potenciales para la ubicación de sitios de disposición final de relleno sanitario de la provincia de Azángaro</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Mediante la automatización de un modelo de análisis multicriterio se pueden identificar áreas óptimas para relleno sanitario en la Provincia Azángaro.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> a los criterios tomados del decreto N° 014-2017-MINAM posibilitan la identificación de áreas óptimas como posibles espacios geográficas para la ubicación de relleno sanitarios. (b) Existe los niveles de ponderación binaria evalúa la delimitación de zonas adecuadas para rellenos sanitarios en Azángaro. (c) Los mapas temáticos de áreas potenciales permite la ubicación de sitios de disposición final de relleno sanitario de la provincia de Azángaro.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Identificar áreas óptimas para un relleno sanitario</p>	<p>Tiempo de uso Geomorfología Tipo de suelos Capacidad de Uso Mayor de Suelos Uso Actual de Tierras Centros Poblado Distancia a fuentes de agua superficial Zonas de Fallas geológicas Distancias a aeropuertos Pendientes Distancia a granjas avícolas Áreas naturales protegidas peligros, susceptibilidad por inundación y movimiento en masas preservación de patrimonio cultural zonas de pantano, humedales o recarga de acuíferos faja marginal franja marina costera concesiones mineras, petroleras, (en explotación) propiedad de comunidades campesinas</p>	<p>El enfoque de investigación es cuantitativa</p> <p>El tipo de investigación es aplicada</p> <p>El diseño de investigación cuasi experimental</p> <p>El nivel de investigación es descriptiva</p>
				<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Automatización de un modelo mediante análisis de multicriterio</p>	<p>Mapa de pendientes (superficies planas o moderadas) Mapa de centros poblados Mapa de Fuentes de agua superficial Mapa de Fallas geológicas Mapa de granjas avícolas Mapa de áreas agrícolas Mapa de distancia a aeropuertos Mapa de Áreas naturales protegidas Mapa de peligros susceptibilidad por inundación y movimiento en masas Mapa de preservación de patrimonio cultural zonas de Mapa de pantano, humedales o recarga de acuíferos Mapa de faja marginal Mapa de franja marina costera Mapa de preservación de patrimonio cultural Mapa de concesiones mineras, petroleras, (en explotación) Mapa de propiedad de comunidades campesinas</p>	

**Anexos 2. Matriz de operacionalización de variables.**

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p>Independiente</p> <p>Automatización de un modelo mediante análisis de multicriterio</p>		<p>Se crea y modifica en Model Builder, donde el modelo se representa como un diagrama la cual, vincula una secuencia de procedimientos y herramientas de (ESRI, 2016).</p>	Mapa de restricciones	Mapa de pendientes (superficies planas o moderadas)	Ponderación binaria (0,1) 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de centros poblados	Ponderación binaria (0=No apta y 1= Apta 1)
				Mapa de Fuentes de agua superficial	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de Fallas geológicas	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de granjas avícolas	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de áreas agrícolas	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de distancia a aeropuertos	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de Áreas naturales protegidas	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de peligros , susceptibilidad por inundación y movimiento en masas	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
			Mapa de exclusiones	Mapa de preservación de patrimonio cultural	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				zonas de Mapa de pantano , humedales o recarga de acuíferos	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de faja marginal	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de franja marina costera	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de preservación de patrimonio cultural	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta

				Mapa de concesiones mineras, petroleras, (en explotación)	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
				Mapa de propiedad de comunidades campesinas	Ponderación binaria 0=No apta y 1= Apta
<p>Dependiente</p> <p>Identificar áreas óptimas para un relleno sanitario</p>	<p>Zonas de disposición final diseñadas para evitar riesgos a la salud o la seguridad públicas y daños al medio ambiente, durante su funcionamiento o después de su cierre (TORRI, 2017).</p>	<p>Son factores y restricciones orientadas de forma adecuada a la localización de áreas aptas para la instalación de relleno sanitario cuya aplicación garantiza la prevención y mitigación de los impactos ambientales (Minam, 2017,p.17).</p>	Factores físicos	Tiempo de uso	
				Geomorfología	Superficies planas (recomendado)
				Tipo de suelos	Suelo areno – arcilloso (recomendado)
				Capacidad de Uso Mayor de Suelos	Tierras que no son de protección
				Uso Actual de Tierras	Tierras donde se encuentren restricciones
				Centros Poblado	Distancia >500m
				Distancia a fuentes de agua superficial	Distancia >500m
			Restricciones	Zonas de Fallas geológicas	Distancia mayor a >1km
				Distancias a aeropuertos	Distancia mayor a 13km
				Pendientes	Menor del 25%
				Distancia a granjas avícolas	5km a 10km
				Áreas naturales protegidas	Distancia mayor a 1000 m
				peligros , susceptibilidad por inundación y movimiento en masas	Distancia mayor a 1000 m
				preservación de patrimonio cultural	Distancia mayor a 1000 m
				zonas de pantano , humedales o recarga de acuíferos	
				faja marginal	
				franja marina costera	
Exclusiones	concesiones mineras, petroleras, (en explotación)				

**Anexos 3. Lista de Cotejo de recolección de datos.**

Nombre	Contiene datos necesarios para geoprocesamiento		Contiene datos en la tabla de atributos que sirvan para realizar presente proyecto		Se encuentra que tenga facilidad de manipulación (shapefile, kml, raster, DEM)		Es necesario represamiento adicional como recortar y unir		La información presentada esta elaborado con intervención de instituciones especializadas		Se encuentra con georeferenciado		Punteo
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Límites Políticos Regional, Provincial, distrital													
Mapa de curvas de nivel de las cartas nacionales 29v, 29x,30x,30v,31v y 31x.													
Mapa de fuentes de agua superficial que comprenden ríos, lagos y lagunas													
Mapa de Áreas Naturales Protegidas nivel regional, provincial													
Mapa de Fallas Geológicas													
Mapa de ubicación de centros poblados													
Pendientes													
Sitios Arqueológicos													
Concesiones mineras													
Zonas Agrícolas													
Cobertura Vegetal													
Tipo de Suelo													
Capacidad de uso mayor de suelo													
Zonas agropecuarias													



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 Mgtr. Karina Alvarado Perez  
 CIP :2559  
 DNI N° 10734848



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 PhD (C) I.A. Esp. MsC. DAVID ALEJANDRO MUÑOZ  
 DNI No 106022764



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 Dr. Michael Edgard Flores Mamani.  
 CIP :136748

## Anexos 4. Validación de Instrumentos

### Validación de instrumento

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Alvarado Pérez Karina
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Docente tiempo parcial
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniero Químico – Ingeniero Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Autor de instrumento: Añasco Quispe, Romeo Percy, Sánchez Vásquez, Mavila Marisol

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

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

#### OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación X

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN 90%**

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANT  
 Mgtr. Karina Alvarado Perez  
 CIP :255917  
 DNI N° 10734848

## Validación de instrumento

### I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y nombres: **MUÑOZ DAVID ALEJANDRO**

I.2. Cargo o institución donde labora: Docente Catedrático, Universidad del Valle  
Cali Colombia

I.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias de la tierra, Cambio climático,  
monitoreo, modelación y gestión de recursos naturales.

I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos

I.5. Autor de instrumento: Añasco Quispe, Romeo Percy, Sánchez Vásquez, Mavila Marisol

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

### OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN      85%**



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
PhD (C) I.A. Esp. MsC. DAVID ALEJANDRO MUÑOZ  
DNI N° 106022764

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres: Dr. Michael Edgard Flores Mamani.
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
- 1.5. Autor de instrumento: Añasco Quispe, Romeo Percy, Sánchez Vásquez, Mavila Marisol

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

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

#### OPINION DE APLICABILIDAD

X

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

#### PROMEDIO DE VALORACIÓN

90

  
 -----  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 Dr. Michael Edgard Flores Mamani.

CIP :136748

### Anexos 5. Calculo de Área requerida para un relleno sanitario.

Para determinar la expansión mínima del vertedero que debe llevarse a cabo en la provincia de Azángaro, se tomó información del Instituto Nacional de Estadística e Informática de datos del Duodécimo Censo del 2017 además, de los datos obtenidos del desarrollo de un plan de información correspondiente a Azángaro 2021 por ultimo, Plan Municipal de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental de la Provincia de Azángaro.

$$Pf = Pi \times (1 + r)$$

Dónde:

Pf: Población final

Pi: Población inicial

r: Tasa de crecimiento poblacional

n: Periodo de tiempo

Datos

- Población actual en la provincia del Azángaro = 110392 habitantes.
- Tasa de crecimiento promedio anual en la provincia de Azángaro = 0.9 %.
- Producción per cápita = 0.57 kg/hab/día.

Vida útil del sitio = 10 años

Generación municipal per cápita de la provincia de Azángaro (2019 – 2028) :

$$PPCf = PPCi + 1 \%$$

Dónde:

➤ PPCf: Producción per cápita final

➤ PPCi: Producción per cápita inicial = 0.57 (kg/hab./día)

Desechos sólidos

$$DSd = Pob \times ppc$$

Dónde:

Dsd: Desechos sólidos diarios

Pob: Población

Ppc: Producción per cápita

Desechos sólidos anuales.

$$DSa = \frac{DSd \times 365 \times 1000 \text{kg}}{\text{día} \times \text{año}}$$

Volumen anual compactado

$$Vac = \frac{DSd}{Drsm} \times \frac{365 \text{días}}{1 \text{ año}}$$

Material de cobertura

$$MC = Vol.ac \times \% \text{ Vol.Residuos}$$

Dónde:

- MC: Material de cobertura
- Volumen de residuos sólidos: 20 %
- Vol. ac: Volumen anual compactado

Volumen de relleno sanitario.

$$VRs = Vol.ac + MC$$

Dónde:

VRs: Volumen de relleno sanitario

MC: Material de cobertura

Vol. ac: Volumen anual compactado

Área requerida para relleno sanitario.

$$AR = \frac{VRs}{H}$$

Dónde:

- AR: Área requerida para relleno sanitario
- VRs: Volumen de relleno sanitario
- H: Profundidad de relleno sanitario: 10 metros.

Área total para relleno sanitario

$$AT = AR \times F$$

Dónde:

AT= Área total requerida (m2)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro a linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este es entre 20-40% del área que se deberá relleno. (Jaramillo, 2012,p.95)

AÑO	POBLACIÓN	PPC	CANTIDAD DE DESECHOS SOLIDOS			VOLUMEN DE RESIDUOS					ÁREA REQUERIDA				
			DS (kg/día)	DSa (t/año)	Acumulado (t/año)	Drsm (kg/m <sup>3</sup> )	Días del año	anual compactado (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de Residuos	MC (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de relleno sanitario (m <sup>3</sup> /año)	Profundidad de relleno (m)	Área requerida (m <sup>2</sup> )	Factor	Area total (ha)
2017	110392	0.56	61820	22564	0	941.74	365	23960	0.2	4792	28752	10	2875	1.3	0.37
2018	111385	0.57	63489	23174	23174	941.74	365	24607	0.2	4921	29529	10	2953	1.3	0.38
2019	113398	0.58	65771	24006	47180	941.74	365	25491	0.2	5098	30590	10	3059	1.3	0.40
2020	116487	0.59	68727	25085	72265	941.74	365	26637	0.2	5327	31965	10	3196	1.3	0.42
2021	120737	0.6	72442	26441	98707	941.74	365	28077	0.2	5615	33693	10	3369	1.3	0.44
2022	126268	0.61	77023	28114	126820	941.74	365	29853	0.2	5971	35823	10	3582	1.3	0.47
2023	133241	0.62	82609	30152	156973	941.74	365	32018	0.2	6404	38421	10	3842	1.3	0.50
2024	141865	0.63	89375	32622	189595	941.74	365	34640	0.2	6928	41568	10	4157	1.3	0.54
2025	152406	0.64	97540	35602	225197	941.74	365	37805	0.2	7561	45365	10	4537	1.3	0.59
2026	165204	0.65	107383	39195	264391	941.74	365	41619	0.2	8324	49943	10	4994	1.3	0.65
2027	180689	0.66	119255	43528	307919	941.74	365	46221	0.2	9244	55465	10	5546	1.3	0.72
2028	199404	0.67	133601	48764	356684	941.74	365	51781	0.2	10356	62137	10	6214	1.3	0.81
2029	226053	0.68	153716	56106	412790	941.74	365	59577	0.2	11915	71493	10	7149	1.3	0.93
2030	251712	0.69	173681	63394	476184	941.74	365	67315	0.2	13463	80779	10	8078	1.3	1.05
2031	282807	0.7	197965	72257	548441	941.74	365	76727	0.2	15345	92073	10	9207	1.3	1.20



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Automatización de un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa para identificar áreas óptimas de un relleno sanitario caso Provincia Azángaro, 2022", cuyos autores son SANCHEZ VASQUEZ MAVILA MARISOL, AÑASCO QUISPE ROMEO PERCY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 10 de Febrero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFAN <b>DNI:</b> 40231227 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4418-7009	Firmado electrónicamente por: ERESPINOZAF el 10- 02-2023 11:19:18

Código documento Trilce: TRI - 0532204