

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Análisis multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG)
para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San
Román - Puno**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Por:

Victor Raúl Loaiza Puma
Gerly Jaime Mamani Mamani

Asesor:

Ing. Veronika Haydee Pari Mamani

Juliaca, setiembre de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Verónica Haydee Pari Mamani, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“ANÁLISIS MULTICRITERIO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN - PUNO”** constituye la memoria que presentan los estudiantes **Víctor Raúl Loiza Puma** y **Gerly Jaime Mamani Mamani** para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Juliaca, a los 09 días del mes de setiembre del año 2021.



Verónica Haydee Pari Mamani
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 09 día(s) del mes de setiembre del año 2021, siendo las 10:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtro Juan Eduardo Vigo Rivera, el (la) secretario(a): Mre Rose Adeline Gallata Churo y los demás miembros: Ing. Miguel Angel Salcedo Enriquez y el (la) asesor(a) Ing. Verónica Haydee Paru Mamani con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado:

Análisis multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San Román Puno de los (las) candidato (as):
 a) Victor Paul Loayza Puma b) Gerly Jaime Mamani Mamani
 c) _____

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:
Ingeniería Ambiental
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Victor Paul Loayza Puma

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>APROBADO</u>	<u>A6</u>	<u>B</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Candidato/a (b): Gerly Jaime Mamani Mamani

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>APROBADO</u>	<u>A6</u>	<u>B</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Candidato/a (c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior
 Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

_____ Presidente/a	_____ Miembro	_____ Secretario/a
_____ Asesor/a	_____ Miembro	_____ Miembro
_____ Candidato/a (a)	_____ Candidato/a (b)	_____ Candidato/a (c)

Análisis multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San Román - Puno

Loiza Puma Victor R.¹, Mamani Mamani Gerly J.², Pari Mamani Veronika H.³

^aEP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad identificar las áreas con potencial para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San Román a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicando un Análisis Multicriterio adaptado de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado por el Decreto Legislativo N.º 1278 en concordancia a su reglamento establecido en el Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM a través del software ArcGIS 10.8. considerando las siguientes variables de la norma: 1) disponibilidad y propiedad del terreno, 2) restricciones de ubicación, 3) preservación del patrimonio arqueológico, 4) vulnerabilidad del área a desastres naturales, 5) geomorfología, 6) condiciones hidrológicas, 7) condiciones hidrogeológicas y 8) geología; mediante el geoprocésamiento de la información espacial obtenida de cada variable la identificación se realizó a través de las herramientas: área de influencia (buffer), reclasificar (reclas), corte (clip) y superposición (overlay) se les brindo un valor cartográficamente numérico como: el valor 0 (cero) zonas no aptas y 1 (uno) zonas aptas. Como resultado tras superponer (overlay) todas las capas (layer's) cartográficamente aptas dentro de la provincia se obtuvieron 15 áreas de 1.01, 1.02, 1.31, 1.59, 1.97, 2.18, 2.42, 2.68, 3.60, 3.81, 3.93, 5.33, 5.70, 10.90, 15.13 km² con potencial para la ubicación de un relleno sanitario. concluyendo que el análisis multicriterio a través de los sistemas de información geográficas puede ser de suma utilidad para la identificación de áreas con potencial para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San Román, Puno.

Palabras clave: Análisis multi-criterio, relleno sanitario, sistemas de información geográfica.

Summary

The purpose of this research was to identify the areas with potential for the location of a sanitary landfill in the province of San Román through Geographic Information Systems (GIS) applying a Multicriteria Analysis adapted from the Law of Integral Management of Solid Waste approved by Legislative Decree No. 1278 in accordance with its regulations established in Supreme Decree No. 014-2017-MINAM through the ArcGIS 10.8 software. considering the following variables of the standard: 1) availability and ownership of the land, 2) location restrictions, 3) preservation of archaeological heritage, 4) vulnerability of the area to natural disasters, 5) geomorphology, 6) hydrological conditions, 7) conditions hydrogeological and 8) geology; Through the geoprocessing of the spatial information obtained from each variable, the identification was made through the tools: area of influence (buffer), reclassify (reclas), cut (clip) and superposition (overlay), a cartographically numerical value was provided as : the value 0 (zero) unsuitable zones and 1 (one) suitable zones. As a result, after superimposing (overlay) all the cartographically apathetic layers within the province, 15 areas of 1.01, 1.02, 1.31, 1.59, 1.97, 2.18, 2.42, 2.68, 3.60, 3.81, 3.93, 5.33, 5.70, 10.90, 15.13 km² with potential for the location of a sanitary landfill. concluding that multi-criteria analysis through geographic information systems can be extremely useful for identifying areas with potential for the location of a sanitary landfill in the province of San Román, Puno.

Keywords: Multi-criteria analysis, landfill, geographic information systems.

Autor de correspondencia:

Km. 6-Chullunquiiani – Salida Arequipa

Tel.: +0-000-000-0000

E-mail: victor.loaiza@upeu.edu.pe, gerly.mamani@gmail.com

1. Introducción

Actualmente los residuos sólidos son uno de los problemas ambientales más comunes debido a que se generan en la mayoría de actividades que realiza el hombre, los cuales frecuentemente por su variedad y la falta de segregación dificultan su manejo y disposición final. Estos deberían ser transportados a un relleno sanitario de lo contrario se presentarían consecuencias en la calidad del medio y la salud de las personas, lamentablemente se cuentan con limitados rellenos sanitarios en el Perú, especialmente en el departamento de Puno solo se cuenta con uno, esto se debe a la falta de interés técnico y social respecto al problema debido a que la identificación de áreas óptimas para la construcción y operación de un relleno sanitario demanda tiempo y presupuesto que las municipalidades no están dispuestas a disponer (Mamani Quiroz, 2020).

En la provincia de San Román, que abarca los distritos de Juliaca, San Miguel, Caracoto, Cabanillas y Cabana este problema incrementa año tras año debido a que los residuos sólidos municipales principalmente son depositados en botaderos a cielo abierto o acumulados en las calles, generando un efecto negativo en el medio ambiente y la salud de la población, mediante la mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos los cuales producen malos olores, lixiviados, aceites, grasas, metales pesados, ácidos y material particulado que favorece a la proliferación de insectos y roedores facilitando la transmisión de enfermedades infecciosas (Huamaní Montesinos, 2020)

Este problema puede ser solucionado a través de la correcta ubicación de Rellenos Sanitarios haciendo uso de los Sistema de Información Geográfica (SIG) o GIS, los cuales son un conjunto de datos relacionados con el espacio físico, permitiendo su análisis y modelamiento de información geográfica referenciada espacialmente para identificar áreas con características determinadas para diferentes usos (Coppola, 2008).

Paredes (2018) en su investigación demuestra que se puede reducir el tiempo y gasto de recursos en la identificación de áreas óptimas para la ubicación de rellenos sanitarios mediante los Sistemas de Información Geográfica con el software ArcGIS, con la superposición de capas a través de un análisis multicriterio donde se considerarían aspectos normativos como variables.

Así mismo la combinación de los SIG y las técnicas de evaluación multicriterio serían las más adecuadas, debido a que el estudio debe realizarse mediante una base legal que establezca las características de las áreas que buscamos identificar, disponiendo coordenadas espaciales distancias y separaciones (Giménez & Cardozo, 2012).

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es realizar un análisis multicriterio a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la identificación de áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en la Provincia de San Román – Puno.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

La Provincia de San Román se encuentra en el departamento de Puno – Perú, a una altitud de 3 824 m.s.n.m. de coordenadas UTM 379316 m E y 8293276 m N, con un área aproximada de 2265.71 km² (Figura 1).

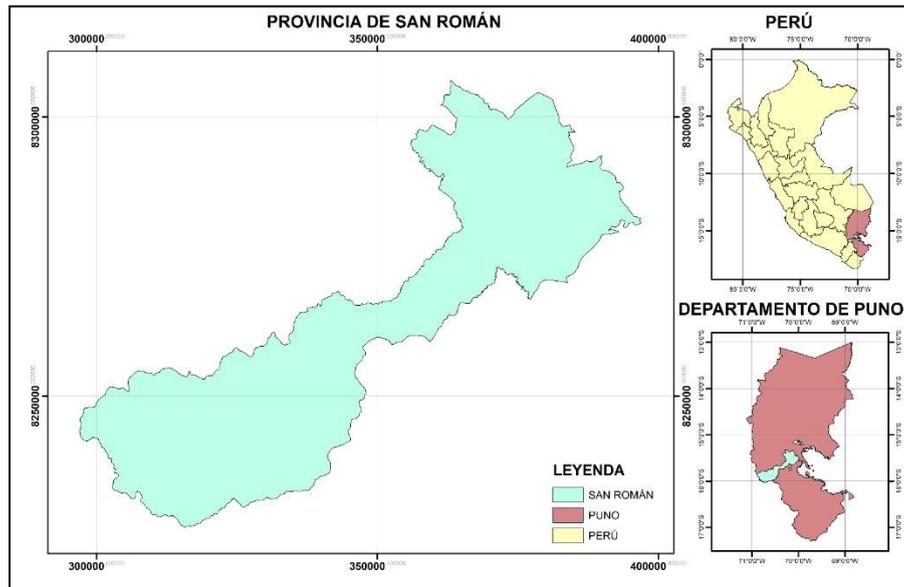


Figura 1. Mapa de ubicación de la Provincia de San Román.

2.2. Criterio técnico

El reconocimiento de las áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San Román se realizó mediante la identificación de variables contempladas en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado por el Decreto Legislativo N° 1278 y modificatorias, para posteriormente obtener la información vectorial en formato *shapefile* de cada variable dentro de la geodatabase nacional y así establecer un sistema de información geográfica a través de las herramientas de geo procesamiento: *Buffer*, *Reclas*, *Clip* y *Overlay* en el software ArcGIS 10.8 (Figura 2).

Consecuentemente el análisis multicriterio se desarrolló agregándole a cada variable de información un valor numérico con la finalidad de brindarle relevancia a los datos, para ello estos deben encontrarse en una sola escala numérica, en este análisis se fijó cartográficamente como: el valor 0 (cero) zonas no aptas y 1 (uno) zonas aptas, es importante destacar que, no se logró trabajar con todas las variables de la Norma y en algunos casos se consideró una característica determinante de cada variable para su procesamiento.

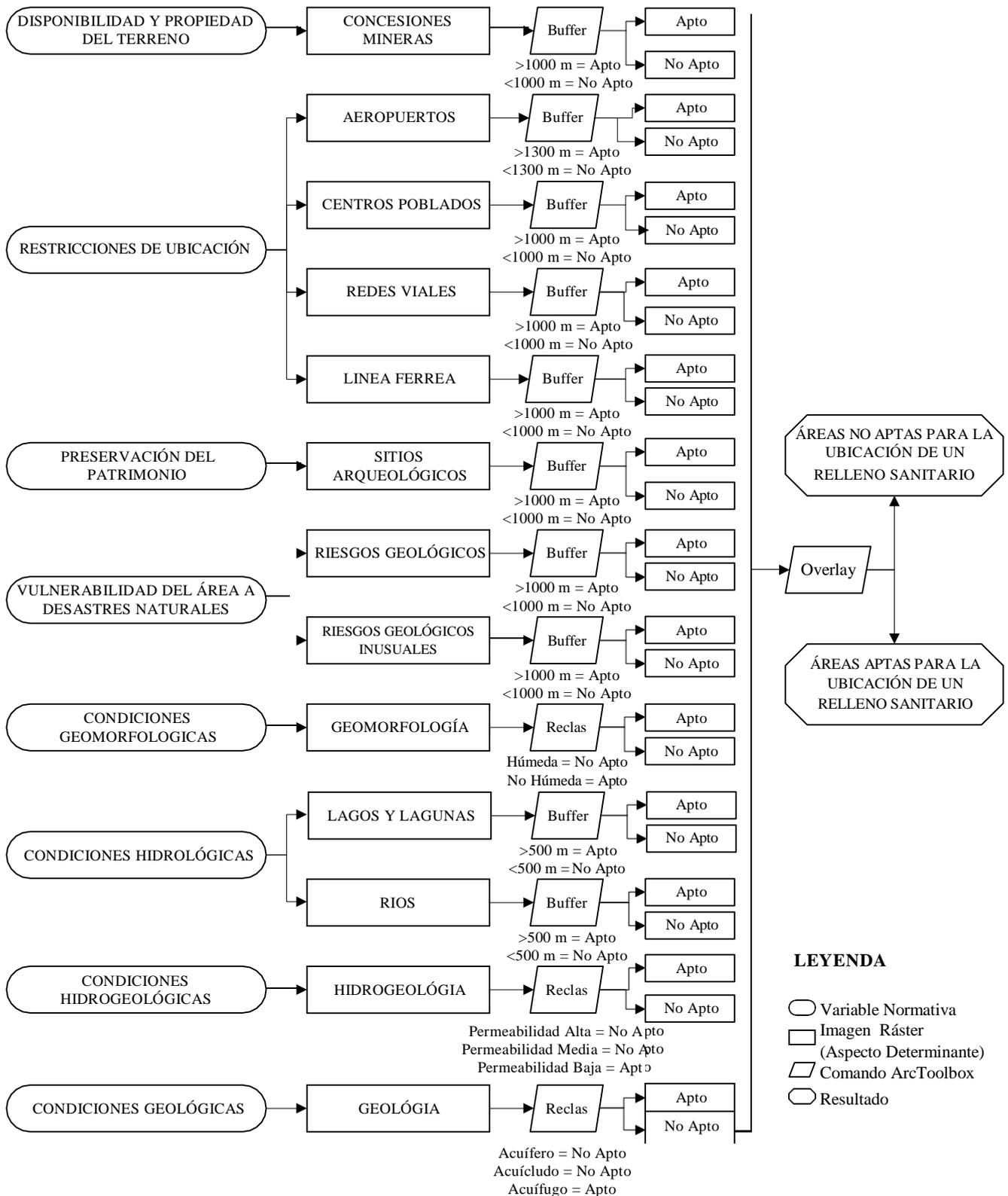


Figura 2 . Diagrama de flujo del proceso de análisis multicriterio en SIG adaptado del Decreto Supremo N° 057-2004-PCM.

2.2.1. Disponibilidad y propiedad del terreno

De acuerdo al Artículo 99° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, la ubicación de un relleno sanitario no puede encontrarse en áreas que cuentan con impedimentos legales o propiedad privada, por lo cual se consideraron las concesiones mineras como aspecto predominante dentro de esta variable ya que no se cuenta con otro tipo de concesiones ni existen registros espaciales respecto a propiedades privadas; Identificándose 117 concesiones dentro de la provincia se fijó un espaciamento a través de la herramienta *buffer* de 1000 m al rededor las minas, obteniendo un área total sumada de 868.485 km² con valor cartográfico no apto para la instalación de un relleno sanitario (Figura 3).

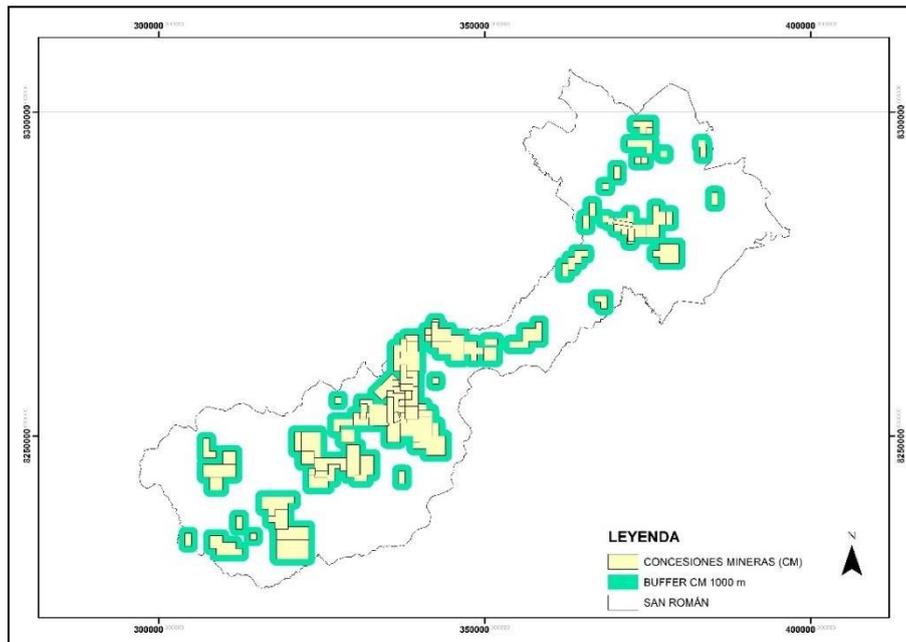


Figura 3. Concesiones mineras existentes dentro de la Provincia de San Román.

2.2.2. Restricciones de Ubicación

De lo establecido en el Artículo 45° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, el área para la ubicación de un relleno sanitario debe encontrarse a una distancia no menor a 1000 m de centros poblados, 1000 m de redes viales o férreas y 13000 m de aeropuertos o pistas de aterrizajes; Identificando 766 centros poblados en la provincia de San Román así como su red vial y ferroviaria y el aeropuerto Manco Cápac en el distrito de Juliaca a través de la herramienta *Buffer* se fijó el espaciamento obteniendo una sumatoria total de km² con valor cartográfico no apto para la instalación de un relleno sanitario (Figura 4).

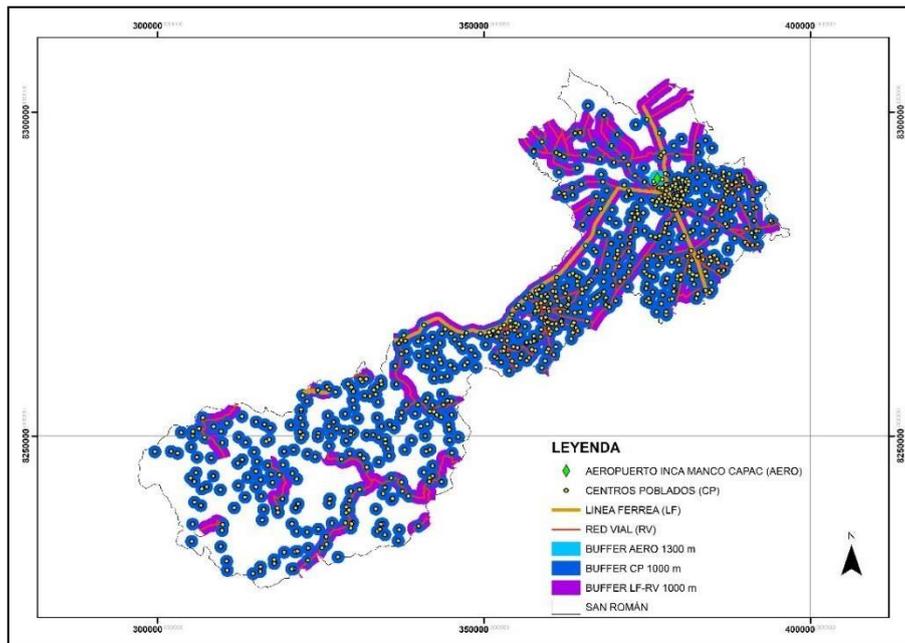


Figura 4. Centros poblados, redes viales – ferroviarias y aeropuertos de la provincia de San Román.

2.2.3. *Preservación del patrimonio arqueológico, cultural y monumental de la zona*

En consideración al Artículo 109° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, un relleno sanitario no debe encontrarse dentro de zonas arqueológicas o monumentos históricos; Por lo cual se identificaron las áreas de preservación de restos arqueológicos en la provincia de San Román siendo un total de 55, posteriormente se estableció un distanciamiento de 1000 m de cada zona arqueológica con valor cartográfico no apto para la instalación de un relleno sanitario (Figura 5).

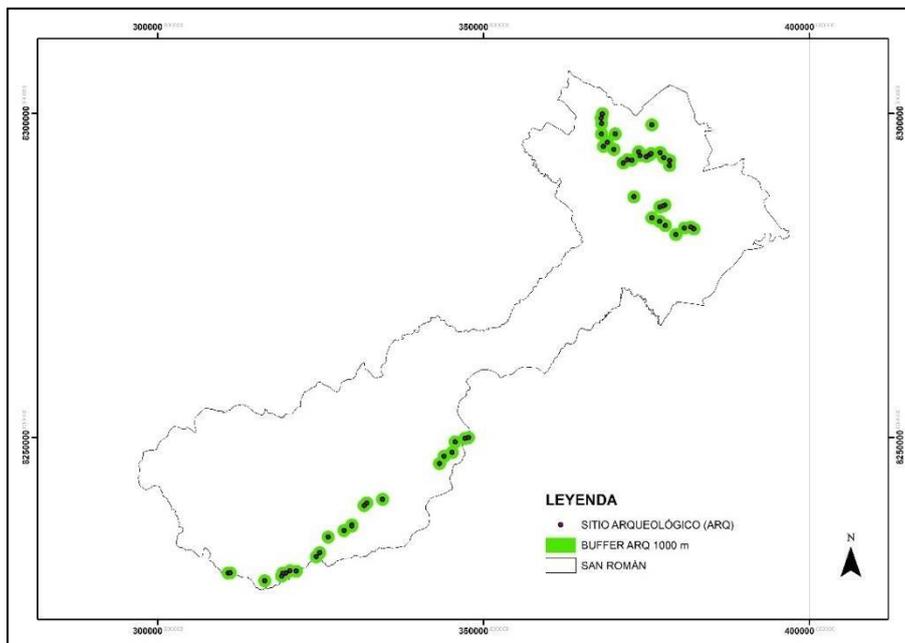


Figura 5. Sitios arqueológicos ubicados en la Provincia de San Román.

2.2.4. Vulnerabilidad del área a desastres naturales

En acuerdo al Artículo 125 ° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, un relleno sanitario no se debe ubicar en áreas de riesgos geológico. Según Allende (2001), los riesgos geológicos usuales que pueden complicar la ubicación de un relleno sanitario pueden ser: derrumbes, deslizamientos, erosión de cárcavas, flujo de detrito y reptación de suelos. Así mismo Acurio (1991), afirma que en situaciones especiales también pueden presentarse condiciones geológicas inusuales como: Erosión pluvial de laderas e inundaciones.

De acuerdo al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) dentro de la provincia de San Román existen 28 zonas de riesgo geológico usuales e inusuales, que a través de desastres naturales podrían poner afectar la seguridad de operación del relleno sanitario con valor cartográfico no apto para la instalación de un relleno sanitario (Figura 6).

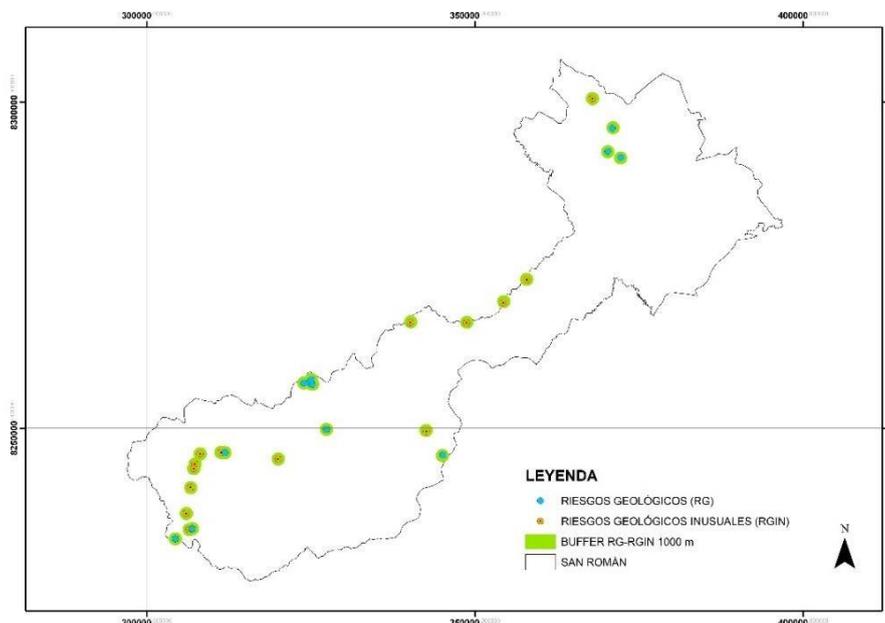


Figura 6. Áreas de riegos geológicos sensibles a desastres naturales en la Provincia de San Román.

2.2.5. Geomorfología

En concordancia al Artículo 109° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, un relleno sanitario debe ubicarse en un área que no presenten condiciones geomorfológicas que puedan generar efectos adversos en el ambiente a través de su operación.

Colque (2018), destaca que dentro de este aspecto es de gran relevancia evitar las áreas con características acuíferas como lagos y bofedales que podrían ser afectados a través de la infiltración de lixiviados generados por un relleno sanitario y en su lugar seleccionar superficies planas o con pendientes moderadas.

De la información recaudada del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) se identificarón los lagos y bofedales ubicados dentro de la provincia de San Román con valor cartográfico no apto para la instalación de un relleno sanitario.

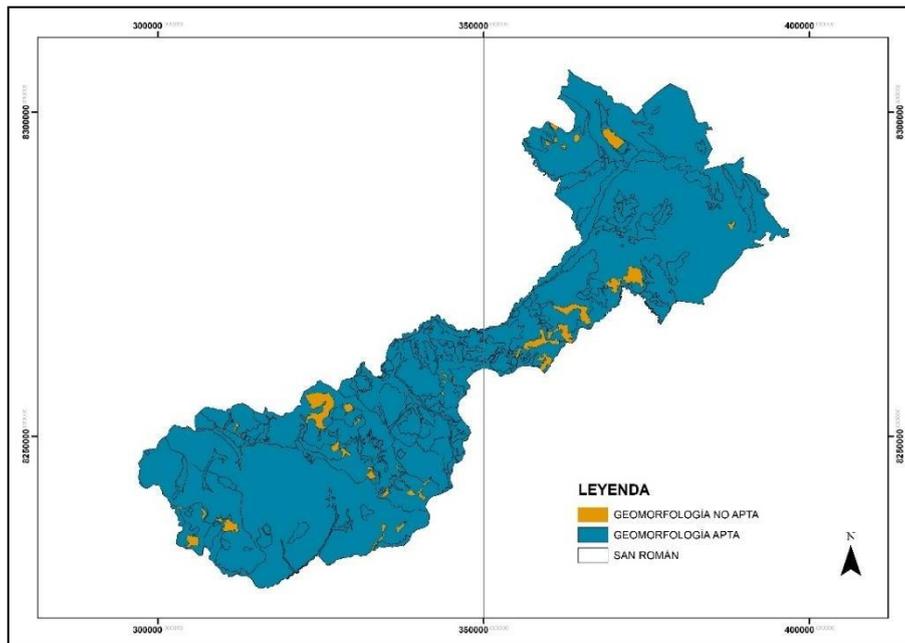


Figura 7. Condiciones geomorfológicas de la Provincia de San Román.

2.2.6. Condiciones hidrológicas

De lo contemplado en el Artículo 15° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, se consideraron cartográficamente no aptas aquellas áreas con presencia de cuerpos de aguas superficiales (Figura 8), estableciéndose perímetro de 500 m alrededor de los mismos debido a que su existencia indica que existe alta probabilidad de encontrar agua subterránea a sus alrededores, adicionalmente pueden ser zonas de sustento de fauna mayor que puede verse afectada por la presencia de un relleno sanitario (Morales, 2020).

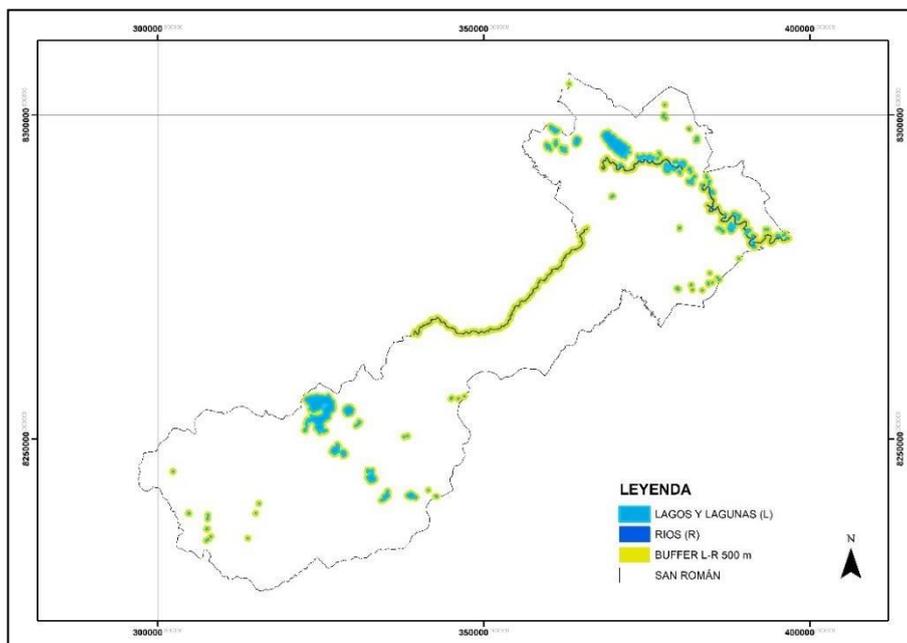


Figura 8. Cuerpos de agua presentes en la Provincia de San Román.

2.2.7. Condiciones Hidrogeológicas

De acuerdo al Artículo 15° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, se consideraron cartográficamente no aptas aquellas áreas donde las aguas subterráneas se encuentren a una profundidad menor a tres (3) m.

Según Umaña (2002), la permeabilidad del suelo puede ser una característica determinante en la selección de un área para la instalación de un relleno sanitario ya que pueden contaminarse las aguas subterráneas mediante la infiltración de lixiviados generados durante y después de su operación.

De la información obtenida del Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) se identificaron como áreas cartográficamente aptas aquellas que cuentan con la descripción de permeabilidad “baja” y “muy baja” (Figura 9).

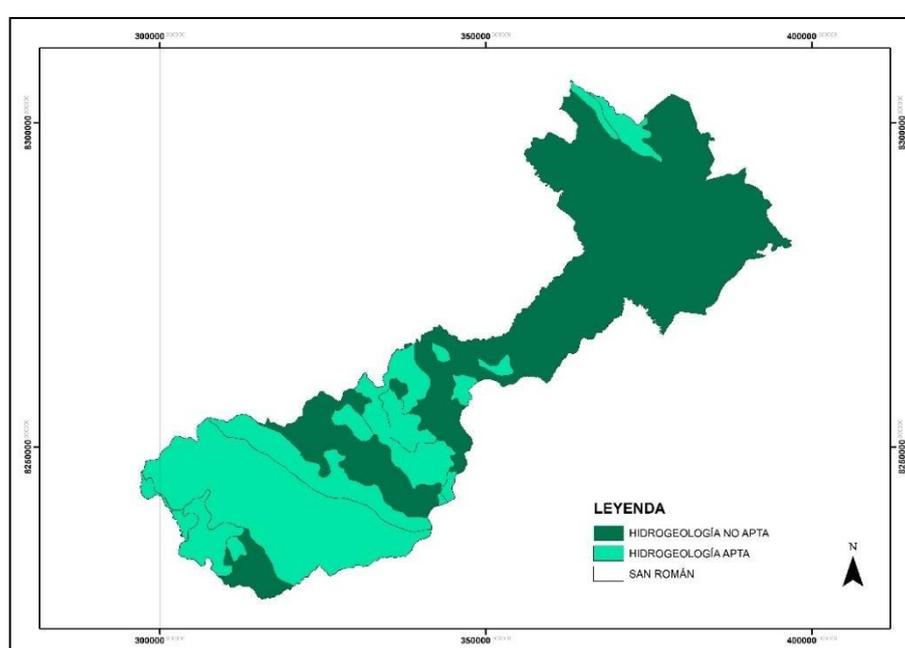


Figura 9. Áreas hidrogeológicas de permeabilidad baja en la Provincia de San Román.

2.2.8. Geología

De acuerdo al Artículo 109° del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, se tomó como preferencia aquellas áreas que presenten condiciones geológicas favorables del subsuelo (Figura 10).

De los mapas geológicos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Se consideraron como cartográficamente aptas aquellas áreas que presenten condiciones geológicas favorables para evitar la contaminación del subsuelo, seleccionando áreas acuífugas como ideales debido a que no contienen cuerpos de agua ni los transmiten (Colque, 2018).

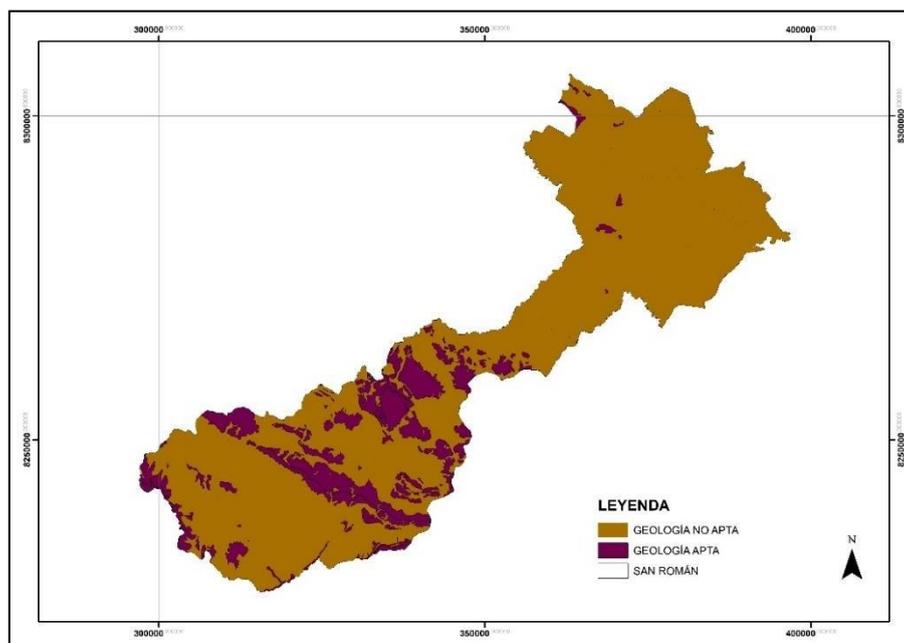


Figura 10. Condiciones Geológicas en la Provincia de San Román.

3. Resultados

Como resultado del análisis multicriterio tras superponer (overlay) todas las áreas cartográficamente aptas dentro de la provincia se obtuvieron 56 polígonos con un área sumada total de 70.026507 km² (Tabla 1), distribuidas principalmente en la zona suroeste de la provincia (Figura 11 y 12). Considerando que el dimensionamiento debe ser proporcionado se destacan 14 áreas con potencial para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de San Román (Tabla 2).

Tabla 1

Áreas cartograficamente aptas para la ubicación de un relleno sanitario en la Provincia de San Román.

Polígono	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Polígono	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Polígono	Área (Km2)	Perímetro (Km)
1	0.06	1.64	20	1.31	6.93	39	0.59	4.56
2	0.0002	0.09	21	0.02	0.67	40	0.003	0.31
3	0.43	3.84	22	2.68	8.52	41	0.03	0.78
4	0.18	2.17	23	0.42	3.41	42	0.15	2.39
5	0.22	3.13	24	10.90	28.36	43	0.00	0.54
6	5.33	12.24	25	0.01	0.51	44	0.65	4.46
7	0.33	4.02	26	0.05	1.93	45	1.97	7.39
8	0.24	3.68	27	1.01	5.00	46	0.50	3.68
9	0.01	0.49	28	2.42	9.55	47	0.19	2.14
10	0.04	0.89	29	1.59	16.53	48	0.003	0.66
11	0.08	1.66	30	0.002	0.38	49	0.30	3.50
12	0.07	1.30	31	0.09	1.45	50	0.35	3.74
13	0.27	2.43	32	0.04	1.02	51	3.81	14.89
14	2.18	11.10	33	0.53	3.43	52	5.70	18.35
15	0.13	1.64	34	0.43	3.98	53	1.02	6.25
16	0.15	1.55	35	0.01	0.51	54	0.25	2.52
17	0.002	0.34	36	0.04	1.02	55	15.13	30.62
18	0.21	2.13	37	0.04	0.91	56	3.93	15.72
19	3.60	9.22	38	0.34	2.79			

Tabla 2

Áreas con potencial para la ubicación de un relleno sanitario en la Provincia de San Román.

<u>Poligono</u>	<u>Área (Km2)</u>	<u>Perímetro (Km)</u>
5	5.33	12.24
13	2.18	11.10
18	3.60	9.22
19	1.31	6.93
21	2.68	8.52
23	10.90	28.36
26	1.01	5.00
27	2.42	9.55
28	1.59	16.53
44	1.97	7.39
50	3.81	14.89
51	5.70	18.35
52	1.02	6.25
54	15.13	30.62
55	3.93	15.72

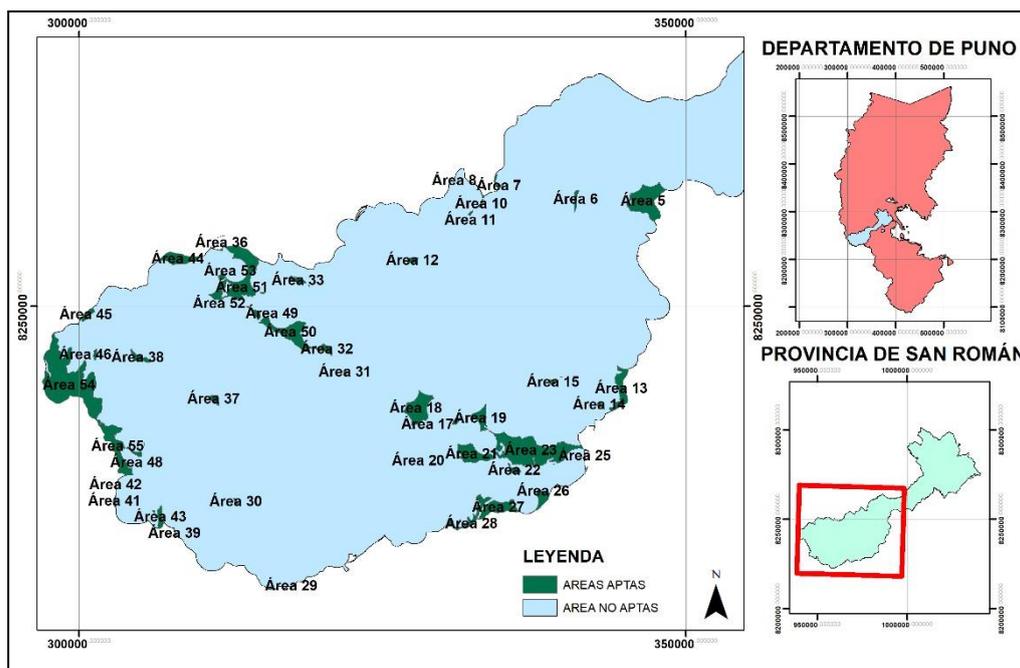


Figura 11. Áreas aptas en la zona suroeste para la ubicación de un relleno sanitario en la Provincia de San Román.

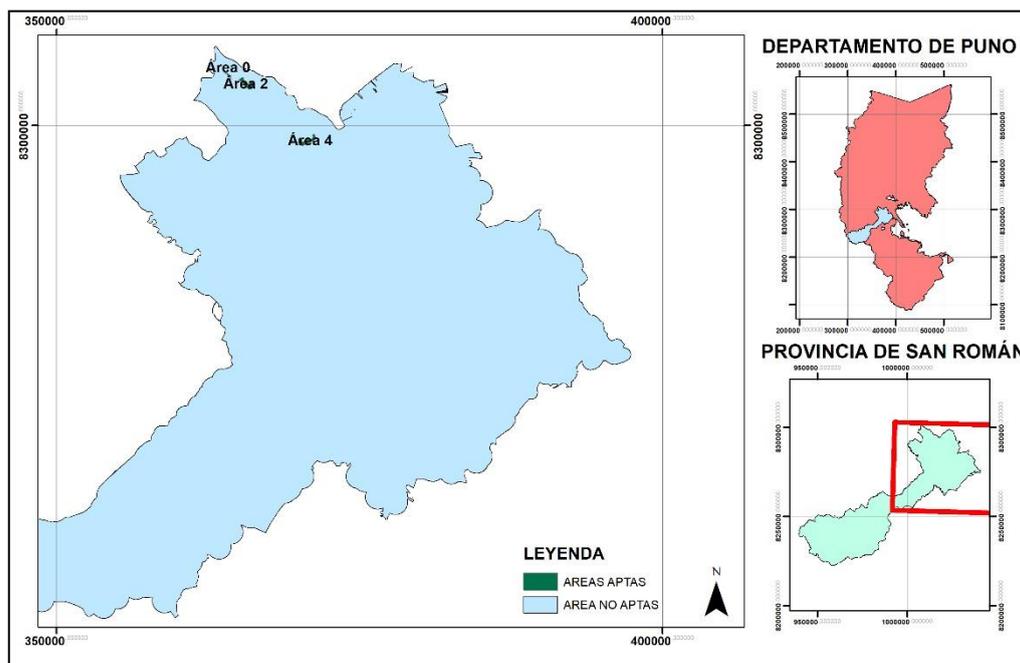


Figura 12. Áreas aptas en la zona noreste para la ubicación de un relleno sanitario en la Provincia de San Román.

4. Discusiones

Considerando que el desarrollo de la investigación se constituyó en gran medida de la identificación de áreas cartográficamente aptas compuestas de las 8 variables establecidas en el análisis multicriterio adaptado de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado por el Decreto Legislativo N.º 1278. Se cree que el panorama respecto a la identificación de áreas con una superposición (overlay) inferior a la total pudo ser más amplia. Alcivar J. (2018) en su investigación expresa un incremento en la identificación de áreas con características específicas mientras menos variables se manejen, por otro lado, no sería conveniente ya que la finalidad de esta investigación es abarcar la norma en mayor medida posible, por lo cual considerando 11 variables logro identificar 6 áreas con potencial para la ubicación de un Relleno Sanitario.

Según Giménez & Cardozo (2013), una solución podría ser la aplicación de la ingeniería con la finalidad de suplir las deficiencias de un área, en su investigación donde a través de 10 variables logro identificar 6 áreas con potencial para la ubicación de un Relleno Sanitario resaltó que las variables son de criterio técnico dejando el resto al ingenio de las entidades interesadas en realizar este tipo proyectos.

Así mismo dependerá de la calidad y cantidad de geo-data base que se obtenga de entidades gubernamentales o privadas debido a que este tipo de investigaciones es totalmente espacial a través de software's existe un margen de error a considerar, "El análisis espacial no se realizó por completo según el decreto 838 de 2005 con las herramientas del sistema de información geográfica, debido a que no se tuvo acceso a todos los shapefiles pertinentes para el estudio" afirma en su investigación Gascón (2015).

5. Conclusión

Tras el análisis de las 8 variables adaptadas del Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado por el Decreto Legislativo N° 1278 y modificatorias, en consideración a las dimensiones optimas (área - perímetro) se logro identificar 15 áreas de 1.01, 1.02, 1.31, 1.59, 1.97, 2.18, 2.42, 2.68, 3.60, 3.81, 3.93, 5.33, 5.70, 10.90, 15.13 km² con potencial para la ubicación de un relleno sanitario principalmente ubicadas en la zona suroeste de la provincia de San Román.

Por lo tanto, el análisis multicriterio acompañado de los sistemas de información geográfica (SIG) pueden llegar a ser una herramienta de suma utilidad en la identificación de áreas con características específicas considerando que los datos espaciales asemejan a los reales.

6. Bibliografía

- Acurio, G. (1991). *Plan Nacional de Manejo de desechos de Costa Rica*. Costa Rica.
- Alcivar, A., J., M., Villacrés, D., & Robayo, M. (2018). Modelamiento espacial en la ubicación de un relleno sanitario para la zona de Intag, cantón Cotacachi, Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 36-42.
- Allende, T. (2001). Evaluación geológico-ambiental en la determinación de la factibilidad de un área para relleno sanitario. *Revista del instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera Metalúrgica y Geográfica*, 52-62.
- Álvarez, T., & Pacheco, J. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 75-95.
- Barredo, J. (1999). Los SIG en la ordenación del territorio: Posibilidades y desarrollo utilizando evaluación multicriterio. *Sistemas de información geográfica y teledetección espacial aplicada a la ordenación del territorio y el medio ambiente*, 105-115.
- Colque, E. (2018). *Análisis y evaluación de la instalación de un relleno sanitario para la Provincia de Islay, Arequipa 2017*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Coppola, M. (2008). *Estudio hidrográfico del río Basento*. Italia.
- Galán, C., & Marmolejo, Y. (2003). Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. *Hidrobiológica*, 97-99.
- Gascón. (2015). Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá empleando sistemas de información geográfica. *USBMed*, 6(1).
- Giménez, M., & Cardozo, C. (2013). Localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) en el área metropolitana del alto paraná. *VII Congreso de Medio Ambiente*.
- Huamaní Montesinos, C. T. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca-Puno-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 106-115.
- Iturralde, O. (2017). *Análisis Espacial Multicriterio Enfocado a la Gestión de Proyectos de Agua Potable en el Municipio de Huimanguillo*. Tabasco: Universidad Kuxulkab'.
- Leiva, P. J., Menjivar, J. F., & Orellana, R. A. (2013). *Determinación de Coliformes Totales, Fecales y Escherichia coli en el agua de los pozos artesanales del caserío el Guayabal, Cantón San Antonio Chavez, municipio y departamento de San Miguel antes y después del tratamiento con hipoclorito de sodio al 0.5%*. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Mamani Quiroz, V. (2020). Identificación de áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario aplicando sistemas de información geográfica, en el distrito de Huayrapata, Provincia de Moho.
- Mamani, E. (Abril de 2012). *Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea*. Obtenido de <http://eca-suelo.com.pe/wp-content/uploads/2014/04/3.6.pdf>
- MINAM. (21 de Diciembre de 2017). Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Decreto Supremo N°014. *El Peruano*, 18-49.
- MINSA. (28 de Mayo de 2020). *Guía para la Opinión Técnica Favorable del Estudio de Selección de Área para Infraestructuras de Tratamiento, Transferencia Y Disposición Final de Residuos Sólidos*. Obtenido de http://www.diresacusco.gob.pe/salud_comunitaria/saneamiento/GUIA%20%20UBICACION%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20MUNICIP.pdf de **DIRESACUSCO:**
- Moposita Chiluiza, A. D. (Mayo de 2015). "Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de pasa del cantón ambato en el período diciembre 2014 - mayo 2015. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Morales, R. (2020). Factores ambientales para determinar el área de rellenos sanitario en el distrito de San Clemente Pisco. *Ñawparisum-Revista de Investigación Científica*, 2.
- Mostert, E. (2003). *"The Challenge of Public Participation"*. USA: IWA Publishing.

- Muñoz, C. (2018). Evaluación de la selección espacial para la ubicación actual de relleno sanitario Doña Juana (RDSJ) aplicando metodología MCDA-SIG.
- Nina, A. (2019). *Sistema de gestión ambiental y social para el relleno sanitario de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto-Moquegua*. Arequipa-Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Oliver, J. (2017). *Propuesta para determinar la localización óptima de una planta de reciclaje y relleno sanitario de desechos sólidos urbanos en el distrito de Santiago*. Santiago, Panamá.
- Orozco, M., & Ramírez, F. (2008). Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 348-345.
- Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para el relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandia-Puno*. Puno.
- Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandia-Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Umaña, J. (2002). *Metodo de evaluación y selección de sitio para relleno sanitario*. Cancun, Mexico: Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, A.C.
- Zarate, R. (2016). *Determinación y Dimensionamiento de Relleno Sanitario para el Distrito de Sicuan*. Cusco.