

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS  
NATURALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE  
RECURSOS NATURALES



“CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE  
UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTOR: EDUARDO GRANDEZ QUIÑONES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "E. Grandez Quiñones".

ASESOR: MANUEL DANIEL OLCESE HUERTA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "M. Daniel Olcese Huerta".

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE

Callao, 2023

PERÚ





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**  
(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)



V CICLO TALLER DE TESIS

**ANEXO 3**

**ACTA N° 011-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.**

**LIBRO 01 FOLIO No. 94 ACTA N°011-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.**

A los 20 días del mes de agosto del año 2023, siendo las 10:30 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/zch-bnpr-wqt>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales** de la **Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

<b>Ms.C. María Teresa Valderrama Rojas</b>	<b>: Presidente</b>
<b>Dr. Miguel Ángel De La Cruz Cruz</b>	<b>: Secretario</b>
<b>Mtra. Janet Mamani Ramos</b>	<b>: Vocal</b>
<b>Dr. Jorge Quintanilla Alarcón</b>	<b>: Suplente</b>
<b>Mtro. Manuel Daniel Olcese Huerta</b>	<b>: Asesor</b>

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller Eduardo Grandez Quiñones, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: "**CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Muy Bueno y calificación cuantitativa DIECISEIS (16) la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 11:20 horas del día domingo 20 de agosto del año en curso.

Presidente

Secretario

Vocal

Asesor













## Document Information

---

Analyzed document	TESIS_GRANDEZ QUIÑONES.pdf (D172859795)
Submitted	2023-08-16 10:12:00
Submitted by	
Submitter email	fiarn.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	4%
Analysis address	unidad.de.investigacion.fiarn.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>VILLAVICENCIO_ZEVC.pdf</b> Document VILLAVICENCIO_ZEVC.pdf (D118751040)	 <b>11</b>
<b>SA</b>	<b>T3_TallerdeTesis1_MiguelCcorihuaman.docx</b> Document T3_TallerdeTesis1_MiguelCcorihuaman.docx (D140554272)	 <b>5</b>
<b>SA</b>	<b>RonnieMiramira_TESIS_EF.docx</b> Document RonnieMiramira_TESIS_EF.docx (D141968835)	 <b>7</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seguridad-defensa/article/view/2383">https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seguridad-defensa/article/view/2383</a> Fetched: 2023-08-16 10:16:00	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61053">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61053</a> Fetched: 2023-08-16 10:16:00	 <b>3</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71713">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71713</a> Fetched: 2023-08-16 10:14:00	 <b>3</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/92">https://www.unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/92</a> Fetched: 2023-08-16 10:17:00	 <b>3</b>
<b>SA</b>	<b>T1_TALER DE TESIS 2_JULIO OMAR CACHAY CHAVEZ .docx</b> Document T1_TALER DE TESIS 2_JULIO OMAR CACHAY CHAVEZ .docx (D144414730)	 <b>3</b>
<b>SA</b>	<b>bbfe77baad1f6a4e85c228433a65ec5f5f92ca5b.html</b> Document bbfe77baad1f6a4e85c228433a65ec5f5f92ca5b.html (D130462895)	 <b>7</b>
<b>SA</b>	<b>2DO-borrador-del-proyecto-21_01_2020.docx</b> Document 2DO-borrador-del-proyecto-21_01_2020.docx (D62848342)	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<b>RonnieMiramira_TESIS_Final.docx</b> Document RonnieMiramira_TESIS_Final.docx (D151962553)	 <b>16</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS_AGRONOMIA_BUSTAMANTE DELGADO_2022.docx</b> Document TESIS_AGRONOMIA_BUSTAMANTE DELGADO_2022.docx (D156379417)	 <b>6</b>

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Cruz Maura Quiñones Huaroto, por ser mi inspiración de vida, de lucha incansable, de perseverancia y de amor incondicional.

A mi hija, Camila Ángela Fernanda Grandez Lazo, por ser mi motivación para continuar a pesar de las dificultades.

A mi tío, Santos Ulises Riveros Geronimo, por su apoyo inquebrantable y por ser, para mi, un ejemplo de paternidad.

A mi hermano, Jorge Luis Riveros Quiñones, por mostrarme el verdadero valor de la vida y por enseñarme a enfrentar las situaciones adversas con paz y paciencia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme permitido concluir, sin ningún contratiempo, mi trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional del Callao, porque me brindo la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi asesor, Mtro. Manuel Daniel Olcese Huerta, por su apoyo, orientación y disposición en el proceso de desarrollo de mi trabajo de investigación.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, por facilitarme la información meteorológica requerida para la elaboración del presente estudio.

Al ingeniero Grover Pelaez, así como a los licenciados Felipe Mendoza y Jose del Águila por su apoyo desinteresado durante el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	15
ABSTRAC.....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2. Formulación del problema.....	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo general.....	22
1.3.2. Objetivos específicos.....	22
1.4. Justificación.....	22
1.5. Delimitantes de la investigación.....	24
1.5.1. Delimitación teórica.....	24
1.5.2. Delimitación temporal.....	25
1.5.3. Delimitación espacial.....	25
II. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. Antecedentes.....	26
2.1.1. Internacionales.....	26
2.1.2. Nacionales.....	29
2.2. Bases teóricas.....	33
2.2.1. Ordenamiento Territorial.....	33
2.2.2. Desarrollo Sostenible.....	33
2.2.3. Sostenibilidad Ambiental.....	34
2.2.4. Prevención a la Contaminación.....	35
2.2.5. Conservación de los recursos naturales.....	35
2.2.6. Definiciones relativas a la ubicación de un relleno sanitario.....	35
2.2.7. Definiciones de criterios socioambientales para la ubicación de un relleno sanitario.....	36
2.3. Marco conceptual.....	37
2.3.1. Relleno Sanitario.....	37

2.3.2.	Proceso de Análisis Jerárquico.....	43
2.3.3.	Sistemas de Información Geográfica .....	45
2.3.4.	Ubicación de un relleno sanitario .....	48
2.3.5.	Proceso de Análisis Jerárquico y Sistemas de Información Geográfica para la ubicación de un relleno sanitario.....	48
2.3.6.	Marco Normativo Legal aplicable al estudio .....	49
2.4.	Definición de términos básicos .....	54
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	64
3.1.1.	Operacionalización de variables.....	64
IV.	METODOLOGÍA.....	66
4.1.	Diseño metodológico .....	66
4.2.	Método de Investigación.....	67
4.3.	Población y muestra .....	69
4.4.	Lugar de estudio.....	69
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	69
4.5.1.	Técnicas .....	69
4.5.2.	Instrumentos para la recolección de la información.....	70
4.6.	Análisis y procesamiento de datos .....	71
4.7.	Procedimiento de la investigación .....	72
4.7.1.	Primera etapa de gabinete.....	72
4.7.2.	Etapa de campo.....	80
4.7.3.	Segunda etapa de gabinete .....	80
4.8.	Aspectos éticos en Investigación.....	81
V.	RESULTADOS .....	82
5.1.	Resultados descriptivos.....	82
5.1.1.	Primera etapa de gabinete.....	82
5.1.2.	Etapa de campo.....	109
5.1.3.	Segunda etapa de gabinete .....	116
5.2.	Resultados Inferenciales .....	126
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	127
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .....	127
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios .....	127



6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes .....	128
VII. CONCLUSIONES .....	129
VIII. RECOMENDACIONES .....	130
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los rellenos sanitarios	39
Tabla 2. Requisitos, criterios y subcriterios para la ubicación óptima de un relleno sanitario	43
Tabla 3 Escala de valores de Saaty	56
Tabla 4 Matriz de comparación por pares	57
Tabla 5 Normalización de la matriz de comparación por pares	57
Tabla 6 Cálculo del vector prioritario	58
Tabla 7 Valores teóricos del Índice Aleatorio de Consistencia	60
Tabla 8 Operacionalización de variables	65
Tabla 9 Registro de Datos Geoespaciales y/o Alfanuméricos	82
Tabla 10 Criterios y subcriterios sociambientales y de exclusión	84
Tabla 11 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	86
Tabla 12 Matriz de normalización – Promedio geométrico	87
Tabla 13 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	87
Tabla 14 Importancia locales de los criterios socioambientales	87
Tabla 15 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	88
Tabla 16 Matriz de normalización – Promedio geométrico	88
Tabla 17 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	89
Tabla 18 Importancia locales de los subcriterios ambientales	89
Tabla 19 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	90
Tabla 20 Matriz de normalización – Promedio geométrico	90
Tabla 21 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	90
Tabla 22 Importancia locales de los subcriterios técnicos-económicos	91
Tabla 23 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	92
Tabla 24 Matriz de normalización – Promedio geométrico	92
Tabla 25 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	93
Tabla 26 Importancia locales de los subcriterios sociales	93
Tabla 27 Importancias globales de los subcriterios sociambientales	94
Tabla 28 Resumen de las alternativas	109
Tabla 29 Datos de las estaciones meteorológicas	112
Tabla 30 Dirección del viento – Estación Jorge Basadre	112

Tabla 31 Velocidad del viento – Estación Jorge Basadre	113
Tabla 32 Dirección del viento – Estación Sama Grande	114
Tabla 33 Velocidad del viento – Estación Sama Grande	114
Tabla 34 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	117
Tabla 35 Matriz de normalización – Promedio geométrico	117
Tabla 36 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	117
Tabla 37 Importancia locales – Promedio geométrico	118
Tabla 38 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	119
Tabla 39 Matriz de normalización – Promedio geométrico	119
Tabla 40 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	119
Tabla 41 Importancia locales – Promedio geométrico	120
Tabla 42 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	121
Tabla 43 Matriz de normalización – Promedio geométrico	121
Tabla 44 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	121
Tabla 45 Importancia locales – Promedio geométrico	122
Tabla 46 Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico	123
Tabla 47 Matriz de normalización – Promedio geométrico	123
Tabla 48 Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico	123
Tabla 49 Importancia locales – Promedio geométrico	124
Tabla 50 Importancias global de las alternativas	125

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Métodos de construcción de un relleno sanitario. Tomado de “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios”, por Rondón y otros, 2016, pag. 88 y 89.	41
Figura 2 Componentes de los SIG. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006,pag.7.	47
Figura 3. Tomado del Manual Metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos, por Pacheco y Contreras, 2008, pag.62.	55
Figura 4.Estructuras vectoriales principales. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006, pag.14.	62
Figura 5. Estructura raster. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006, pag.15.	63
Figura 6. Formatos digitales de representar los datos geográficos. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006, pag.13.	63
Figura 7. Importancia local de los criterios socioambientales	87
Figura 8. Importancia local de los subcriterios ambientales	89
Figura 9. Importancia local de los subcriterios técnicos-económicos	91
Figura 10. Importancia local de los subcriterios sociales	93
Figura 11. Importancia global de los subcriterios sociambientales	95
Figura 12. Zonas potenciales y no potenciales (fuentes de agua superficiales)	96
Figura 13. Zonas potenciales y no potenciales (napa freática)	97
Figura 14. Zonas potenciales y no potenciales (precipitaciones)	98
Figura 15. Zonas potenciales y no potenciales (permeabilidad)	98
Figura 16. Zonas potenciales y no potenciales (distancia fallas geológicas)	99
Figura 17. Zonas potenciales y no potenciales (pendiente del terreno)	100
Figura 18. Zonas potenciales y no potenciales (distancias a centros poblados)	100
Figura 19. Zonas potenciales y no potenciales (distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje)	101
Figura 20. Zonas potenciales y no potenciales (distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores)	102
Figura 21. Zonas potenciales y no potenciales (distancia a áreas agrícolas)	102

Figura 22. Zonas potenciales y no potenciales (incidencia visual)	103
Figura 23. Superposición de mapas y asignación de importancias globales	104
Figura 24. Raster ponderado (distribución de los niveles de importancias)	105
Figura 25. Raster ponderado reclasificado (distribución de los niveles de importancias)	105
Figura 26. Áreas aceptables	106
Figura 27. Intersección de las áreas aceptables con las zonas susceptibles a inundaciones	107
Figura 28. Resultados de la intersección de las áreas aceptables con los criterios de exclusión	107
Figura 29. Selección de las zonas con áreas menores a 42 Ha.	108
Figura 30. Alternativas	109
Figura 31. Alternativa 01	110
Figura 32. Alternativa 02. Tomado de Google Earth, 2019.	110
Figura 33. Alternativa 03. Tomado de Google Earth, 2019.	111
Figura 34. Alternativa 04. Tomado de Google Earth, 2019.	111
Figura 35. Dirección y velocidad del viento – Estación Jorge Basadre	113
Figura 36. Dirección y velocidad del viento – Estación Sama Grande	115
Figura 37. Ubicación de las alternativas y dirección del viento. Tomado de Google Earth, 2019.	116
Figura 38. Importancia local de los subcriterios socioambientales	118
Figura 39. Importancia local de las alternativas (uso actual del suelo)	120
Figura 40. Importancia local de las alternativas (accesibilidad al área)	122
Figura 41. Importancia local de las alternativas (dirección del viento)	124
Figura 42. Importancia global de las alternativas	126

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**MINAM:** Ministerio del Ambiente.

**SIG:** Sistema de Información Geográfica.

**AHP:** Proceso de Análisis Jerárquico.

**RC:** Relación de Consistencia.

**IAC:** Índice Aleatorio de Consistencia.

**IC:** Índice de Consistencia.

**Tn:** Toneladas.

**ZEE:** Zonificación Ecológica Económica

**D.L:** Decreto Legislativo.

**D.S:** Decreto Supremo.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la ubicación de un relleno sanitario, a partir de la evaluación de sus criterios ambientales, técnico-económico y sociales, en el distrito de Tacna, 2023. El diseño metodológico fue no experimental y transversal, del tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y nivel descriptivo. Debido a que se desarrolló en un área geográfica específica, no se utilizó una muestra, aunque sí se identificó la población, que en este caso fue el distrito de Tacna. Entre las técnicas utilizadas se encuentran la recopilación y análisis de datos, la observación directa no participante y la entrevista estructurada. Los instrumentos utilizados incluyeron un software SIG, el registro de datos geospaciales alfanuméricos, la ficha de establecimiento de importancia local, la ficha de establecimiento de importancia global y la ficha de campo. El estudio se dividió en tres etapas: dos etapas de gabinete y una de campo. Estas etapas arrojaron un total de catorce “14” subcriterios socioambientales y siete “7” subcriterios de exclusión. Los resultados, obtenidos mediante el uso del Proceso de Análisis Jerárquico para definir los niveles de importancia de los subcriterios seleccionados, revelaron que el aspecto social fue el más relevante, con un nivel de importancia del 44.3%. Además, se identificó que la profundidad de la napa freática y la accesibilidad al área fueron los aspectos más destacados entre los subcriterios seleccionados, con ponderaciones del 25.94% y 70.8%, respectivamente. De lo anterior y de la superposición de mapas se obtuvieron cuatro “4” áreas alternativas, de las cuales la alternativa uno “1” presentó las mejores condiciones para la ubicación del relleno sanitario ya que cumplían con los requerimientos ambientales, técnicos-económicos y sociales planteados en la investigación.

## **ABSTRAC**

The objective of this research was to determine the location of a sanitary landfill, based on the evaluation of its environmental, technical-economic and social criteria, in the district of Tacna, 2023. The methodological design was non-experimental and transversal, of the applied type, with a quantitative approach and descriptive level. Because it was developed in a specific geographic area, a sample was not used, although the population was identified, which in this case was the district of Tacna. Among the techniques used were data collection and analysis, direct non-participant observation and structured interview. The instruments used included GIS software, alphanumeric geospatial data recording, the locally important establishment sheet, the globally important establishment sheet and the field sheet. The study was divided into three stages: two cabinet stages and one field stage. These stages yielded a total of fourteen "14" socio-environmental sub-criteria and seven "7" exclusion sub-criteria. The results, obtained by using the Hierarchical Analysis Process to define the levels of importance of the selected sub-criteria, revealed that the social aspect was the most relevant, with an importance level of 44.3%. In addition, it was identified that the depth of the water table and accessibility to the area were the most outstanding aspects among the selected sub-criteria, with weightings of 25.94% and 70.8%, respectively. From the above and the superimposition of maps, four "4" alternative areas were obtained, of which alternative one "1" presented the best conditions for the location of the sanitary landfill, since it complied with the environmental, technical-economic and social requirements set forth in the research.



## INTRODUCCIÓN

La deficiente gestión y manejo de los residuos sólidos han contribuido a la contaminación y al deterioro del ambiente, constituyéndose en un problema local en muchas partes del mundo. Sin embargo, se ha evidenciado que su impacto trasciende lo local y tiene repercusiones globales. Esta problemática esta estrechamente vinculada con el crecimiento de la población, los cambios en los patrones de consumo, la gestión ineficiente del territorio, la producción industrial a gran escala, el manejo inadecuado de los residuos y la falta de conocimiento sobre las ubicaciones disponibles para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos (Hernández y Corredor, 2016). Seleccionar un área para un relleno sanitario es un desafío complejo que depende de diversos factores y normativas (Kareem y otros, 2021). Diversos estudios se han realizado en países como Ecuador, Irak, Nigeria y Egipto, con el objetivo de determinar la ubicación de un área para la construcción de un relleno sanitario. Estas investigaciones han permitido evaluar aquellas áreas ya implementadas y/o mitigar los impactos ambientales que se han generado por la falta de lugares adecuados. Por lo tanto, el propósito de la presente investigación es determinar un área adecuada para la ubicación de un relleno sanitario, con el fin de confinar correctamente los residuos que no puedan ser reciclados, valorizados o reutilizados. Esto permitiría minimizar el impacto ambiental negativo, proteger la salud pública y cumplir con lo establecido en el Artículo 109 del D.S. N° 014-2017-MINAM (Reglamento del Decreto legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos), el cual establece que "La municipalidad provincial, en coordinación con la distrital, identifica los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos".

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

El crecimiento acelerado de la población y los cambios en los patrones de consumo han dado lugar al incremento desmedido en la producción de residuos sólidos (Hernández y Corredor, 2016). Estos desechos han ocasionado problemas ambientales y sanitarios, que incluyen la contaminación del suelo, el aire y el agua, con efectos perjudiciales que repercuten en la salud de los seres vivos y amenazan la sostenibilidad de los ecosistemas

En el año 2012, se estimó que a nivel mundial se generaron aproximadamente 1,300 millones de toneladas de residuos sólidos (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). Asimismo, según lo señalado por (Hernández y Corredor, 2016) en el 2014 la cifra ascendió a alrededor de 2000 millones de toneladas. Posteriormente, para el año 2016, se registró un incremento a 2100 millones de toneladas (Banco Mundial, 2018). Además, se pronostica que para el 2025 estas cifras lograrían alcanzar los 2,200 millones de toneladas (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012).

Es importante destacar que otro desafío que surge del aumento en la generación de residuos sólidos es su inadecuada disposición en vertederos o botaderos a cielo abierto. Estos sitios se utilizan para depositar y quemar los desechos de manera indiscriminada, sin implementar ningún tipo de tratamiento que permita controlar o reducir los impactos ambientales que podrían generarse. Es así que, en el año 2013, se recabó información de 96 países y se estimó que el promedio global de disposición inadecuada de residuos sólidos fue del 38% del total generado, esto debido a la carencia de lugares de disposición final (Koller y otros, 2013).

Con respecto a América Latina y el Caribe se tiene que, los residuos generados por el 54.4 % de la población son depositados en rellenos sanitarios, el 18.5% termina en vertederos controlados, el 23.3% son enviados a vertederos a cielo abierto, el 2% lo quema a cielo abierto y el 1.8 % son depositados en cuerpos de agua o son utilizados como alimento para animales, lo cual generaría un enorme riesgo sanitario para la población (Rondón y otros, 2016).

En el año 2014, el Waste Atlas realizó un reporte de los 50 vertederos más

grandes del mundo. En este reporte se mencionó que estas áreas cubrían superficies de aproximadamente 2,175 Ha. Asimismo, el informe indicaba que las áreas degradadas se encontraban a una distancia aproximada de 2 Km de zonas urbanas; 44 se ubicaban a menos de 10 Km de distancia a cuerpos de aguas superficiales como ríos o lagos, 24 se utilizaban para la disposición de residuos peligrosos; 7 de ellos se utilizaban para arrojar residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y 5 de los 50 vertederos se encontraban en el Perú (Waste Atlas, 2014).

El Perú, se ha ido planteando metas en cuanto al mejoramiento de la gestión y manejo de los desechos. Es por ello que, en el PLAN NACIONAL DE ACCIÓN AMBIENTAL (PLANNA – PERÚ 2011-2021) se propusieron objetivos muy ambiciosos como el tratamiento y disposición adecuada del 100% de sus residuos sólidos no reutilizables, el reciclado del 100% de sus residuos reutilizables, la reducción en 20% de residuos peligrosos, el tratamiento y disposición en instalaciones adecuadas del 100% de los residuos peligrosos y el reaprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Todo ello formó un bloque de metas que deberían cumplirse para el 2021 (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011).

El Ministerio del Ambiente reportó que en el 2018 se generó un total de 7'459,582.75 toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales el 49.82 % fueron dispuestos en un relleno sanitario, el resto habría sido arrojado de forma indiscriminada en una de las 1585 áreas degradadas con las que cuenta actualmente el Perú (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], [sin fecha]). En ese sentido, se evidencia que uno de los problemas más graves que se presenta en el país es la falta de lugares adecuados para la disposición final de los residuos sólidos. El Ministerio del Ambiente estimó, en el 2016, que el Perú necesitaba 190 infraestructuras de disposición final de desechos (MINAM, 2016). En la actualidad se cuenta, únicamente, con 65 rellenos sanitarios y 6 rellenos de seguridad (MINAM, 2021). Esta cantidad aún sigue siendo insuficiente, considerando que aún existen regiones, como Arequipa, Tacna y Moquegua que no cuentan con áreas óptimas para la disposición final de sus residuos.

Tacna, es una de las tres “3” regiones del Perú que no cuenta con un relleno sanitario, hecho que ha permitido que los problemas ambientales se agudicen por la contaminación que se viene generando debido al depósito indiscriminado de los residuos sólidos en botaderos a cielo abierto. La región, actualmente, cuenta con 37 botaderos para su recuperación (MINAM, 2020), los cuales representan un total de 38.45 Ha degradadas (Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], [sin fecha]).

Para el año 2019, la región Tacna, la cual está conformada por 4 provincias y 28 distritos, generó un total de 76,255.42 toneladas de residuos sólidos municipales. Siendo la provincia de Tacna la de mayor producción con un promedio de 197.44 t/día, seguido de la provincia Jorge Basadre con 6.23 t/día, luego Tarata con 2.73 t/día y finalmente la provincia Candarave con 2.52 t/día (MINAM, 2020). Asimismo, en los reportes presentados por el Ministerio del Ambiente, se indica que la cantidad de residuos sólidos depositados de manera inadecuada, en los 37 botaderos de la Región Tacna, bordea las 205.63 t/día.

Por otra parte, según el Registro Nacional de Municipalidades (RENAMU), en el periodo del 2015 al 2019, la municipalidad distrital de Tacna recolectó en promedio 38,888.56 Tn/año de residuos sólidos, de los cuales el 99.2 % se arrojaron en el botadero Alto Intiorko, ubicado en el distrito Ciudad Nueva. El resto, es decir, el 0.8% fueron destinados al reciclaje. Asimismo, es importante señalar que, de los 28 distritos que conforman la región, el que genera mayores aspectos ambientales e impactos al ecosistema, en cuanto a residuos sólidos, es el distrito de Tacna, esto se basa en el hecho que, del total de desechos recolectados en el periodo, antes mencionado, Tacna agrupa el 40.62% de toda la región, siendo así el distrito que más impacta debido a la cantidad producida de desechos y a su ineducada disposición final (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], [sin fecha]).

Evidentemente, en el distrito de Tacna, existe un problema en la gestión y manejo de sus residuos sólidos. Este problema, de carácter socio ambiental, se presenta porque no existe una cultura de minimización en la producción de los residuos, no hay un compromiso de segregación en la fuente y recolección selectiva, no existe el tratamiento de los residuos sólidos, antes de ser

confinados en el área de destino final, y finalmente, no se han identificado áreas de disposición final que se integren armónicamente con los factores ambientales, técnicos-económicos y sociales.

Es por ello que, considerando la cantidad de residuos que genera el distrito de Tacna y su inadecuado manejo, es necesario empezar con la ubicación de un área para la implementación de un relleno sanitario. Esta área deberá integrarse en cohesión con los factores ambientales, técnicos-económicos y sociales de acuerdo a lo estipulado en la normativa nacional. En ese sentido, la presente investigación, se propone determinar la ubicación de un relleno sanitario haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica en conjunto con el Proceso de Análisis Jerárquico, el cual es un método de decisión multicriterio con respaldo científico, cuya base sólida está integrada por el principio de construcción de jerarquías, establecimiento de prioridades y consistencia lógica.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Dónde será la ubicación de un relleno sanitario, a partir de la evaluación de sus criterios ambientales, técnico-económico y sociales en el distrito de Tacna, 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

¿Que subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales contribuyen o restringen la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023?

¿Qué nivel de importancia tendrán los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que contribuyen o restringen la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023?

¿Cómo se distribuyen espacialmente los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que contribuyen a la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar la ubicación de un relleno sanitario, a partir de la evaluación de sus criterios ambientales, técnico-económico y sociales, en el distrito de Tacna, 2023.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Identificar los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que permitan la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023.
- Definir los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que permitan la ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de Tacna, 2023.
- Precisar la distribución espacial de los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que permitan ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de Tacna, 2023.

### **1.4. Justificación**

**Ambiental:** La región Tacna actualmente cuenta con treinta y siete áreas degradadas por residuos sólidos, lo que ha provocado el deterioro del ambiente en sus componentes, físicos, sociales y biológicos. Es por ello que el propósito de la investigación es determinar un área para la ubicación de un relleno sanitario que permita el confinamiento adecuado de aquellos residuos que no puedan ser reciclados, valorizados y/o reaprovechados. De esta manera, se minimizaría el impacto negativo al ambiente debido a la mala disposición de los desechos en áreas ambientalmente no aptas. Asimismo, permitiría la restauración de aquellas zonas que actualmente vienen siendo usadas como botaderos. Habría un mayor cuidado de las aguas superficiales, se controlaría la creación de hábitats de vectores de enfermedades, la emisión de gases de efecto invernadero y la producción de lixiviados que podrían afectar los acuíferos de la zona de estudio.

**Normativa:** La presente investigación se desarrolla en cumplimiento al Artículo 109 del D.S. N° 014-2017-MINAM (Reglamento del Decreto legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos), el cual indica que, "La municipalidad provincial, en coordinación con la distrital, identifica los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar

infraestructuras de disposición final de residuos sólidos".

**Teórica:** La ubicación de un relleno sanitario es un aspecto clave basado en el enfoque de ordenamiento territorial y desarrollo sostenible, tal como lo sostuvieron Fantone (2004) y Arboleda (2008) respectivamente, pues el objetivo principal del ordenamiento territorial es la gestión eficiente del territorio, mediante la planificación y regulación del uso del suelo, para alcanzar un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. Para ello, es necesario considerar cuidadosamente los impactos ambientales y sociales, así como la eficiencia operativa, a fin de ubicar el relleno sanitario en un lugar adecuado que minimice los efectos negativos y contribuya al desarrollo sostenible de la región.

**Metodológica:** Es por ello que, para facilitar el objetivo principal de la investigación, se aplicará el Proceso de Análisis Jerárquico debido a que es un método de resolución de problemas multicriterio que permite desagregar el objetivo central y sus criterios asociados en unidades más sencillas, de tal manera que al ser evaluados por un grupo de expertos se pueda establecer el orden jerárquico de los componentes del problema y su importancia de acuerdo al nivel jerárquico evaluado. Asimismo, es importante recalcar la robustez matemática del método debido a que su validez se fundamenta en la consistencia lógica de los juicios emitidos los cuales deben gozar de proporcionalidad y transitividad (Contreras y Pacheco, 2008)

De igual modo se debe recalcar la importancia de los instrumentos de evaluación ya que permitirán recabar la información necesaria de manera ordenada y sistemática para aplicar el Proceso de Análisis Jerárquico. Estos instrumentos cuentan con validez, ya que han sido extrapolados en diversos estudios tales como la Gestión de Riesgos de Desastres, la selección de personal laboral, la localización de una PYME, la selección de proveedores en negocios textiles, entre otros.

**Práctica:** Por otro lado, esta metodología podría ser replicada en otros distritos de la región Tacna que aún no cuentan con un lugar óptimo para la implementación de un relleno sanitario. Asimismo, sería de mucha utilidad en proyectos de carreteras, puesto que, en la etapa de estudio de este tipo de

proyectos, se identifican áreas de depósitos de material excedente, los cuales, según normativa nacional, no deben encontrarse dentro de ecosistemas frágiles, no deben afectar cuerpos de agua, no deben encontrarse próximos a centros poblados, instituciones educativas y centros de salud, entre otros. Sin embargo, debido al escaso de conocimiento de la utilidad del Proceso de Análisis Jerárquico basado en Sistemas de Información Geográfica se invierte dinero de forma innecesaria en visitas de campo para verificar que las áreas propuestas cumplan con la normativa ambiental. Ello se podría evitar si previamente se hace el análisis usando la metodología antes mencionada.

**Económica:** Asimismo, se debe resaltar el aporte económico, de la investigación, debido a que se hará uso de técnicas e instrumentos prácticos y fáciles de manipular, como son el Proceso de Análisis Jerárquico y los sistemas de información geográfica, los cuales representan un bajo costo y además son muy útiles para la toma de decisiones en el ámbito del ordenamiento territorial. Estas herramientas permitirán la interacción del análisis integral del territorio, desde diferentes enfoques, y lo complementarán a través de la representación gráfica.

**Social:** Por otra parte, los beneficios sociales estarían ligados estrechamente al cierre de las zonas que actualmente vienen siendo usadas como botaderos, de esta manera se evitaría que las áreas degradadas continúen representando focos de creación de vectores de enfermedades que podrían afectar a la salud de las personas y animales. Asimismo, se solucionaría el problema generado por la quema de residuos, que, actualmente ocasiona la emisión de grandes cantidades de gases contaminantes que son perjudiciales para la salud de los habitantes debido a su naturaleza sinérgica.

## **1.5. Delimitantes de la investigación**

### **1.5.1. Delimitación teórica.**

La presente investigación se delimita teóricamente en base al principio de la prevención a la contaminación y por el enfoque del ordenamiento territorial. El principio de la prevención está orientado a controlar, prevenir y reducir el impacto generado por la emisión y/o disposición de los desechos al ambiente (Elleuch y otros, 2018), mientras el enfoque del ordenamiento territorial implica el uso



eficiente y organizado del suelo, respetando su aptitud natural, para no generar desequilibrios ambientales (Valencia, 2009). Para respaldar estos conceptos, se han utilizado fuentes confiables y actualizadas de información, como artículos científicos y tesis universitarias validadas, limitadas al período de 2018 a 2021. También se han empleado instrumentos validados y estandarizados para garantizar la confiabilidad y precisión de los resultados obtenidos.

#### **1.5.2. Delimitación temporal.**

El presente estudio se enfocará en la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, tomando en cuenta únicamente el año 2023 como delimitante temporal, ello porque al ser un estudio transversal solo requiere la recolección de datos en un tiempo determinado y no se necesita realizar un análisis multitemporal para alcanzar los objetivos establecidos.

#### **1.5.3. Delimitación espacial.**

La investigación está delimitada por el distrito de Tacna, uno de los veintiocho distritos de la región Tacna. Se eligió este lugar debido a que, según el RENAMU para el periodo 2015-2019, Tacna produjo la mayor cantidad de residuos sólidos en comparación con los demás distritos de la región, con un promedio anual de 38,888.56 Tn. Además, es importante destacar que actualmente carece de un relleno sanitario

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Internacionales**

A continuación, se presenta los principales antecedentes internacionales empleadas para el estudio.

Kareem y otros (2021), en su estudio titulado "Ubicación óptima de vertederos mediante la técnica SIG: Ciudad Al-Najaf como estudio de caso". Tuvo como objetivo identificar las ubicaciones adecuadas para la selección de vertederos de residuos en la ciudad de Al-Najaf. Para ello, se consideró como a la Ciudad Al-Najaf como población de estudio, se utilizaron técnicas como la recopilación y análisis de datos mediante sistemas de información geográfica (SIG) y la entrevista de opinión a expertos a través del análisis de decisión por criterios. Los criterios seleccionados incluyeron la distancia a zonas urbanas, la distancia a ríos, elevación del terreno, pendiente del terreno, tipo de suelo, proximidad a carreteras, distancia a lugares arqueológicos e históricos y velocidad del viento. Estos criterios fueron evaluados y ponderados mediante la opinión de expertos y revisión bibliográfica previa. Los resultados de la investigación revelaron que los actuales vertederos de residuos sólidos en la ciudad de Al-Najaf no cumplían con los requerimientos medioambientales y científicos. Asimismo, la entrevista realizada a los expertos permitió determinar que el criterio más relevante fue la distancia a las zonas urbanas, con una ponderación del 22.4%, seguido de la velocidad del viento con un 16.9%. A continuación, la distancia a ríos con una ponderación del 13.8%, seguida de la elevación del terreno con un 11.5% de ponderación. La pendiente del terreno y el tipo de suelo obtuvieron ponderaciones de 9.7% y 9.3% respectivamente. Por último, los criterios con menor valoración fueron la proximidad a carreteras y la distancia a lugares arqueológicos e históricos, cada uno con una ponderación del 8.2%. El estudio adquiere una relevancia fundamental, ya que tiene como objetivo evaluar la idoneidad de las áreas designadas para la disposición de residuos sólidos. Esto se logra mediante el análisis de componentes ambientales, geológicos y sociales, utilizando una combinación del Proceso de Análisis Jerárquico y los Sistemas de Información Geográfica.

Mainul y otros (2020), realizó el estudio llamado “Selección óptima del emplazamiento de un vertedero sanitario para la eliminación de residuos sólidos en la ciudad de Durgapur mediante un Sistema de información Geográfica y una Técnica de Evaluación Multicriterio”, cuyo objetivo fue identificar un vertedero sanitario óptimo para la eliminación de residuos sólidos en la ciudad de Durgapur (India), en combinación con el SIG y el Proceso de Jerarquía Analítica. Para ello empleo como población la ciudad de Durgapur y como técnicas el Proceso de Jerarquía Analítica, la superposición ponderada, la interpolación y el análisis de superposición y como instrumento empleo la matriz de comparación por pares. La investigación permitió identificar tres posibles alternativas de ubicación para el vertedero sanitario en la ciudad de Durgapur, utilizando tres criterios: el costo del terreno, el costo del suelo y la sensibilidad de las áreas y carreteras cercanas. Tras el análisis, se concluyó que el costo del terreno fue el criterio más significativo en el modelo, con un peso de 0,25258, seguido del costo del suelo, con una ponderación de 0,1409, y la sensibilidad de las áreas y carreteras, con una ponderación de 0,1233. La importancia del estudio radica en comprender que los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas fundamentales para administrar grandes volúmenes de datos geoespaciales. Asimismo, permite comprender que para ubicar un relleno sanitario se pueden tomar en cuenta diferentes criterios, los cuales podrán ser contrastados con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Adewumi y otros (2019) en su investigación de título “Un enfoque basado en GIS-AHP para la ubicación de vertederos de RSU en Lokoja, Nigeria”. Cuyo objetivo fue combinar técnicas de SIG con técnicas de AHP, junto con análisis de campo, para analizar la mejor ubicación para el emplazamiento de vertederos el Lokoja (Nigeria). Para ello considero como población la Ciudad de Lokoja. El estudio empleo diversas técnicas como, el Proceso de Análisis Jerárquico, la recopilación de data geoespacial, la entrevista a grupo de expertos y el geprocesamiento espacial. Por otra parte, hizo uso de los Sistemas de Información Geográfica y la matriz de comparación por pares. Entre los criterios de selección del vertedero se incluyeron la proximidad a carreteras principales, líneas eléctricas, masa de agua, zonas de vertido y zonas urbanizadas. La

investigación concluyo con la identificación de 19 posibles vertederos, de los cuales la alternativa 11 fue calificada como la mejor opción debido a que cumplía con los requerimientos ambientales y técnicos establecidos respecto a la distancia a carreteras principales, líneas eléctricas, masas de agua, zonas de vertido y zonas urbanizadas. Por otro lado, el estudio considero a la alternativa 16 como la menos adecuada por encontrarse localizada cerca a 500 viviendas y también por no cumplir con los requisitos de proximidad a los criterios antes mencionados. El estudio es importante porque evalúa aspectos relacionados con temas económicos, la protección del ambiente y consideraciones sociales. En particular, se otorga mayor relevancia al factor social, ya que se busco ubicar el relleno sanitario a una distancia en la cual las poblaciones circundantes no resulten afectadas.

Al-Khuzaiie y Janna (2018) desarrollaron el estudio titulado “Localización óptima de vertederos basada en modelo de SIG para la ciudad Al-Diwaniyah, Iraq”. Cuyo objetivo fue determinar la ubicación óptima de un vertedero, para ello se tomó como población la ciudad Al-Diwaniyah. Asimismo, las técnicas empleadas fueron el Proceso de Análisis Jerárquico, la recopilación de data geoespacial, la entrevista a grupo de expertos y el geoprocesamiento. Los instrumentos y materiales utilizados fueron los Sistemas de Información Geográfica, la matriz de comparación por pares y el software Arcgis 10.x. La investigación se baso en la evaluación de criterios que incluyeron la profundidad de las aguas subterráneas, centros urbanos, ríos, humedales, tipos de suelo, elevación, viento, carreteras, pendiente, uso del suelo, yacimientos arqueológicos, red eléctrica, gasoducto y líneas férreas. El estudio determino siete emplazamientos para vertederos, los cuales cumplían con los criterios científicos y medioambientales considerados para la investigación. Asimismo, los criterios que tuvieron mayor importancia fueron la distancia a centros urbanos y la velocidad del viento con 15.7% y 12.9% de ponderación respectivamente. Por otro lado, los criterios menos importantes fueron distancias a líneas férreas, red eléctrica, gasoducto y uso del suelo con ponderaciones de 2.3%; 2.3%; 2.7% y 3.7% respectivamente. El estudio es importante porque permite determinar que en el proceso de ubicación de un relleno sanitario es sumamente trascendental

la evaluación de aspecto sociales, ello con el objetivo de evitar posibles conflictos con las poblaciones que podrían ser afectadas por el desarrollo de proyectos sanitarios.

Palacios (2018), su investigación titulada “Evaluación Multicriterio para la Ubicación de un Relleno Sanitario en la Ciudad de Macas, a través de la Ponderación de sus variables con el proceso Analítico Jerárquico, AHP.”, tuvo como objetivo determinar la ubicación óptima de un relleno sanitario para la ciudad de Macas, mediante una evaluación multicriterio con un Proceso Analítico Jerárquico. Se tuvo como población a la ciudad de Macas, la técnica fue el Proceso Analítico Jerárquico, la recopilación de datos y la entrevista a expertos. El instrumento empleado fue el software arcgis 10.2. El estudio generó como resultado la ubicación óptima de un relleno sanitario para la ciudad de Macas. Esto se logró a través de la evaluación de variables como la pendiente del terreno, permeabilidad del suelo, uso del suelo, cercanía a ríos, vías, y zonas urbanas, y la proximidad a un aeropuerto. Del análisis de los criterios se determinó que el más importante fue la distancia a zonas urbanas con una ponderación del 25%. Por otro lado, el criterio menos relevante fue la distancia a vías principales con 7% de valoración. El estudio adquiere una relevancia significativa al demostrar la utilidad de integrar el Proceso de Análisis Jerárquico con los Sistemas de Información Geográfica en la determinación del lugar óptimo para un relleno sanitario. Este enfoque combina el cálculo de prioridades de las variables asociadas con la georreferenciación geoespacial, lo que permite un análisis más completo y preciso. Asimismo, los resultados obtenidos permiten concluir que los factores relacionados con los conflictos sociales tienen mayor importancia que los aspectos económicos en la elección de la ubicación.

### **2.1.2. Nacionales**

A continuación, se presentarán los antecedentes nacionales considerados útiles para el estudio.

Uscamayta (2021) realizó la investigación llamada “Determinación de áreas aptas para la instalación de rellenos sanitarios mediante los sistemas de información geográfica, apoyado en la técnica de evaluación multicriterio en la provincia del Cusco” cuyo objetivo fue determinar áreas aptas para la instalación

de rellenos sanitarios mediante los Sistemas de Información Geográfica apoyada en la técnica de evaluación multicriterio en la provincia del Cusco. El estudio fue del tipo aplicado, de nivel transversal descriptivo, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Asimismo, la población considerada fue la provincia del Cusco. El estudio determinó la existencia de cuatro áreas idóneas para la ubicación de rellenos sanitarios en la provincia del Cusco. Estas áreas presentan un potencial medio, asignado con una ponderación de 2 en base a una escala que otorga un valor de 3 a alta ponderación, 2 a media y 1 a baja. El estudio es de gran relevancia, ya que nos muestra la aplicación de la técnica de análisis multicriterio utilizando sistemas de información geográfica para identificar ubicaciones adecuadas para la implementación de rellenos sanitarios. Además, es importante destacar el papel fundamental de la técnica de álgebra de mapas, ya que permite la integración de diversos criterios ambientales para alcanzar el objetivo final de manera eficiente.

Ascurra (2021) en su investigación de título “Localización de zonas ambientalmente óptimas para construcción de rellenos sanitarios usando Sistemas de Información Geográfica en la región Ucayali, 2021”, tuvo como objetivo Localizar zonas ambientalmente óptimas para la construcción de rellenos sanitarios usando sistemas de información geográfica en la región Ucayali, 2021. El tipo de estudio fue aplicado, de nivel transversal y descriptiva, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Su población considerada fue la Región de Ucayali. Asimismo, empleo las técnicas de Evaluación Multicriterio y recopilación de datos geospaciales. Y como instrumentos la ficha de datos (características físicas), ficha de datos (características biológicas), ficha de datos (características Socioeconómicas) y ficha de recolección de datos satelitales. La investigación constó de cuatro etapas en las que se recopiló información geoespacial de la región Ucayali, se aplicaron criterios de la legislación peruana y se procesaron mapas temáticos utilizando sistemas de información geográfica. Se identificaron seis áreas óptimas potenciales para la construcción de rellenos sanitarios en las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo. El estudio adquiere una relevancia fundamental al mostrarnos la aplicación de la técnica de análisis multicriterio utilizando sistemas de información geográfica para la identificación

de lugares óptimos para la implementación de rellenos sanitarios. Además, es crucial resaltar la importancia del uso del álgebra de mapas, ya que permite la integración de diferentes criterios ambientales para alcanzar el objetivo final de manera efectiva y precisa.

Zuzunaga y Noa (2020) realizaron la investigación titulada “Factores ambientales para determinar el área de relleno sanitario en el distrito de San Clemente Pisco” que tuvo como objetivo evaluar los factores ambientales para determinar el área del relleno sanitario en el distrito de San Clemente, Pisco. Para ello se plantearon dos alternativas y se evaluaron diferentes 24 criterios asociados a los factores ambientales, económicos y técnicos. El estudio arrojó como resultado que la alternativa 01 representó el área más adecuada debido a que cumple con los requerimientos de cada uno de los factores analizados. Asimismo, en el proceso de ponderación, se obtuvo que los criterios más relevantes fueron la distancia a centros poblados, distancia áreas arqueológicas y la distancia a áreas naturales protegidas con 32 puntos de importancia, asimismo, el criterio que menos puntaje obtuvo fue la barrera sanitaria con una ponderación de 4.5 puntos. El estudio es importante porque permite evaluar una gran cantidad de criterios resultando la más relevante aquella que permitiera el evitar conflictos sociales debido a una posible afectación de poblaciones aledañas y de áreas arqueológicas, asimismo, el estudio hace énfasis en la protección de áreas naturales protegidas con el propósito de conservar la biodiversidad.

Rodríguez (2020) llevó a cabo una investigación titulada “Sistemas de Información Geográfica Aplicado a la Localización Óptima de Instalaciones para Residuos Sólidos en el Provincia de Jaén – Cajamarca”. Cuyo objetivo fue diseñar un modelo geoespacial de localización óptima de instalaciones para la disposición final de residuos sólidos aplicando los SIG en la provincia de Jaén – Cajamarca. Para ello considero como población la provincia de Jaén y como muestra los distritos de Jaén y Bellavista. En referencia al tipo de estudio, este fue aplicado, de nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. En cuanto a las técnicas, utilizo la evaluación multicriterio y el análisis espacial. Los instrumentos empleados fueron los softwares Arcgis 10.3,

Google Earth y Microsoft Excel. La investigación recopiló información geoespacial de 21 shapefiles para elaborar 11 mapas temáticos, que se evaluaron mediante ponderación binaria. El estudio permitió identificar las zonas óptimas y aceptables para la disposición final de residuos sólidos en la provincia de Jaén-Cajamarca, donde se consideró como óptimas las características cualitativas de 0 a 1.45 (1.5% del área estudiada) y como aceptables las características cualitativas de 1.45 a 2.45 (46.4% del área estudiada). Las zonas con valores superiores a 2.45 se consideraron de bajo potencial para la disposición final (52.1%). Es de suma importancia, ya que posibilita el desarrollo de un modelo automatizado que permite obtener áreas óptimas y aceptables mediante el análisis multicriterio respaldado por Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este enfoque facilita la identificación de áreas que cumplen con los criterios deseados de manera eficiente y precisa, optimizando el proceso de toma de decisiones.

Espejo (2018) en su investigación titulada "Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica distrito de Chachapoyas Amazonas- 2017", tuvo como objeto localizar un área óptima (técnica y ambientalmente adecuada) para un relleno sanitario. El estudio se llevo a cabo en el distrito de Chachapoyas, el cual fue su área de estudio y su población de análisis. Se empleo técnicas de recopilación y análisis de datos geoespaciales de carácter oficial nacional e internacional y la evaluación multicriterio. Asimismo, utilizo, como, instrumento, el GPS navegador, Software Arcgis 10.3 y Google Earth. Finalmente, la investigación logró determinar criterios mínimos para la localización óptima del relleno sanitario y se identificaron cuatro áreas óptimas para ubicarlo en el distrito de Chachapoyas. El estudio es relevante, ya que brinda una visión sobre cómo seleccionar el lugar adecuado para el emplazamiento de un relleno sanitario mediante el uso de la lógica booleana y su integración con los sistemas de información geográfica. Bajo este enfoque, se asigna el valor "0" a las áreas no aptas y el valor "1" a las áreas aptas. Esto permite descartar de manera inmediata las áreas que no cumplen con los requisitos ambientales y técnicos, agilizando el proceso de selección del sitio adecuado.



## **2.2. Bases teóricas**

La presente investigación se basa en los enfoques del Ordenamiento Territorial y el Desarrollo Sostenible. Además, se centra en principios como la Sostenibilidad Ambiental, la Prevención de la Contaminación y la Conservación de los Recursos Naturales.

### **2.2.1. Ordenamiento Territorial**

El ordenamiento del territorio fue considerado una práctica dirigida a orientar y controlar la organización y el uso del espacio y sus recursos (Fantone, 2004). Sin embargo, a partir de 1960, se generalizó como disciplina científica y política de estado técnica, económica, social, ambiental y administrativa orientada a dirigir y establecer el uso del territorio de forma prioritaria, de tal manera que se logren los objetivos planteados (Sanabria, 2014). El orden del territorio implica identificar, distribuir, organizar y regular las actividades antrópicas en conformidad a criterios y prioridades de un espacio geográfico. Su no existencia generaría conflictos de la tierra por incompatibilidad, el aprovechamiento no sostenible de los recursos naturales, la ocupación de áreas vulnerables a amenazas naturales, la expansión urbana desordenada y desequilibrios ambientales (Valencia, 2009).

En esencia, el ordenamiento territorial tiene como objetivo lograr una ocupación óptima del suelo mediante proyectos que se pueden desarrollar en áreas geográficas puntuales, lineales y poligonales. Los proyectos de tipo puntual comprenden estructuras como hospitales, rellenos sanitarios, colegios, entre otros. Los de tipo lineal abarcan proyectos de carreteras, líneas ferroviarias, canales de irrigación, líneas de transmisión eléctrica, entre otros. Por último, los proyectos que se desarrollan en áreas poligonales se enfocan en la zonificación, la conservación y protección natural, y los planes de desarrollo urbano, entre otros.

### **2.2.2. Desarrollo Sostenible**

El enfoque de desarrollo sostenible indica que, el cambio social debe ser orientado a la promoción de la mejora de la calidad de vida de las personas, para ello es necesario el aprovechamiento armónico de los recursos naturales y el ambiente, de tal manera que no se vean afectadas las generaciones actuales ni

las futuras (Arboleda, 2008). Por consiguiente, se debe indicar que, durante la toma de decisiones se tendrá en consideración los posibles impactos que afectarían a la sociedad, al medio ambiente y a la economía, que, a su vez, podrían manifestarse en otros espacios geográficos y en las generaciones venideras (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [INEI], 2014).

Es innegable que la mejora de la calidad de vida de una sociedad depende de una interacción equilibrada entre sus criterios socioambientales. Esto implica la preservación y conservación de los recursos naturales y las infraestructuras creadas por el ser humano, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible a largo plazo.

### **2.2.3. Sostenibilidad Ambiental**

Según Morelli (2011), la sostenibilidad ambiental se refiere a la capacidad de la sociedad para satisfacer sus necesidades sin agotar los recursos naturales ni afectar la biodiversidad del ecosistema que los sostiene. Esto implica mantener el equilibrio y una interconexión adecuada para garantizar la resiliencia y continuidad de los servicios ambientales.

Por otro lado, Goodland (2017) describe la sostenibilidad ambiental como el uso de los servicios ecosistémicos para mejorar el bienestar humano, protegiendo los recursos naturales y asegurando que no se superen los límites de absorción de residuos, con el fin de prevenir daños al medio ambiente y a la salud humana.

En concordancia a lo previamente indicado, es crucial la correcta ubicación de un relleno sanitario para evitar los impactos negativos en el ambiente, la sociedad y la economía. Para lograrlo, es necesario aplicar el principio de sostenibilidad ambiental que permita elegir un sitio adecuado con el fin de minimizar el impacto al ambiente y mantener el equilibrio entre las actividades humanas y el entorno natural. De esta forma, se busca garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la disposición de residuos sólidos y proteger el entorno natural de la comunidad.

#### **2.2.4. Prevención a la Contaminación**

Elleuch y otros (2018) sostienen que la prevención de la contaminación es una prioridad clave en la jerarquía de la gestión ambiental. La estrategia de control más efectiva para prevenir la contaminación es gestionar adecuadamente los contaminantes después de su generación, con la finalidad de reducir su impacto en el medio ambiente.

En la misma línea, Galván y Reyes (2009) señalan que el propósito de la prevención de la contaminación es minimizar el flujo de residuos a través del uso de herramientas que permitan prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental. Asimismo, la definen como una estrategia para reducir o eliminar el incremento en la generación de desechos.

De lo descrito, se debe señalar que la prevención de la contaminación es esencial en la ubicación de un relleno sanitario, ya que esto permitirá minimizar su impacto ambiental y proteger la salud pública. Para lograr una gestión adecuada de los residuos sólidos, es crucial determinar la ubicación óptima y el diseño adecuado del relleno sanitario, lo que puede contribuir positivamente en la calidad del aire, agua y suelo.

#### **2.2.5. Conservación de los recursos naturales**

Martínez (1992) define la conservación de los recursos naturales como el uso responsable de los mismos, en el que se busca mantener los procesos ecológicos naturales, proteger la diversidad genética y aprovechar de manera sostenible las especies y ecosistemas.

Es fundamental destacar que la selección de la ubicación óptima de un relleno sanitario tiene como objetivo mejorar la gestión de los residuos. Para lograrlo, es esencial utilizar el suelo de manera apropiada, de tal manera que se respete su aptitud natural, se preserve la diversidad biológica y se protejan los ecosistemas.

#### **2.2.6. Definiciones relativas a la ubicación de un relleno sanitario**

La ubicación de un relleno sanitario es un proceso complejo que requiere el apoyo con métodos de decisión multicriterio que pueden emplearse de manera sola o en forma híbrida entre ellos, con las herramientas SIG (Canelo, 2021).

La ubicación de un relleno sanitario consiste en evaluar y ponderar

variables, de un espacio geográfico, relacionadas a la morfología del suelo, hidrología, hidrogeología, zonas urbanas, infraestructura antrópica, entre otros. El proceso se realiza conjuntamente entre las técnicas multicriterio y los Sistemas de Información Geográfica (Palacios, 2018).

La ubicación de un relleno sanitario es una cuestión complicada que está relacionado con muchos factores y normativas. Este procedimiento se lleva a cabo, de manera eficiente, haciendo uso el método de criterios ponderados y los Sistemas de Información Geográfica (Kareem y otros, 2018).

La ubicación de un relleno sanitario es un procedimiento considerado como una solución efectiva en la gestión de los residuos sólidos, donde el área se determina a través del uso de herramientas eficaces para el análisis de decisiones con criterios multiples y los Sistemas de Información Geográfica (Mainul y otros, 2020).

La ubicación de un relleno sanitario es una labor complicada que implica el cumplimiento de normas científicas y medioambientales, para ello se pueden usar técnicas de evaluación multicriterio como el Proceso de Análisis Jerárquico que vayan en combinación con un software de SIG (Al-Khuzai y Janna, 2018).

### **2.2.7. Definiciones de criterios socioambientales para la ubicación de un relleno sanitario**

Los criterios socioambientales son aquellos factores que van a contribuir o limitar la ubicación de un relleno sanitario, y que se deben identificar considerando la protección al ambiente, la viabilidad técnico-económica y la licencia social (Röben, 2002).

Bajo un enfoque geoespacial, los criterios socioambientales son definidos por Mortazavi y otros (2021) como aquellos factores a considerar y evaluar para la ubicación adecuada de rellenos sanitarios, con el menor efecto sobre el medio ambiente, la sociedad, la economía y otras regulaciones que deben ser aceptada por el punto de vista de la población.

Desde el punto de vista funcional, los criterios socioambientales son elementos del sistema ambiental (físico, social, económico) que pueden ser modificados como consecuencia del impacto ambiental que produce la contaminación (Suarez y Romero, 1995).

Los criterios socioambientales son el conjunto de factores naturales, culturales y sociales, interrelacionados entre sí, que condicionan la vida del hombre y que son susceptibles a ser modificados por éste (Fraume, 2007).

Es el conjunto de factores que pueden ser modificados, afectados, deteriorados o transformados por una actividad, donde la alteración generada puede ser identificada y estimada cualitativa o cuantitativamente (Arboleda, 2008).

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Relleno Sanitario**

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado mediante D.L. N° 1278, define a los rellenos sanitarios como infraestructuras de ingeniería en la que se destinarán de manera sanitaria y ambientalmente segura los residuos municipales, esta disposición se da a nivel de superficie o bajo tierra, para ello se deben seguir métodos de ingeniería sanitaria y ambiental.

Por otro lado, los rellenos sanitarios también son definidos como técnicas de eliminación final de desechos sólidos en el suelo, los cuales no representan peligro a la salud pública y al ambiente durante sus etapas tanto de operación y cierre. Esta técnica permite el confinamiento de los desechos en áreas muy pequeñas, las que posteriormente son cubiertas con capas de tierra y compactadas para reducir su volumen (Jaramillo, 2002).

En la misma línea, Ulloa (2005) define a los rellenos sanitarios como técnicas que se emplean para la disposición final de capas de residuos sólidos, las cuales son compactadas sobre un suelo y seguidamente recubiertas con material de cobertura.

#### **Clasificación de los rellenos sanitarios**

Según la Guía Para el Diseño y Construcción de Infraestructuras Para Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales, los rellenos sanitarios se clasifican considerando su capacidad de disposición diaria, sus características de operación y su periodicidad en el uso de maquinarias. De acuerdo a ello, los rellenos sanitarios pueden ser: Relleno sanitario manual, relleno sanitario semimecanizado y relleno sanitario mecanizado (MINAM, 2019).

- **Relleno sanitario manual:** Es aquel adaptado para pequeñas poblaciones, debido a la cantidad y al tipo de residuo generado. La denominación manual hace referencia a que las actividades de compactación y confinamiento de los residuos pueden ser realizadas por un grupo de hombres haciendo uso de herramientas (Jaramillo, 2002).
- **Relleno sanitario Semimecanizado:** En este tipo de relleno sanitario se hace uso de maquinaria pesada para el movimiento de tierras, estabilización de terraplenes, compactación y confinamiento de los residuos sólidos depositados (Jaramillo, 2002).
- **Relleno sanitario Mecanizado:** Este tipo de relleno es diseñado para atender las necesidades de ciudades con grandes poblaciones. Durante las actividades de operación es necesario emplear maquinaria pesada como el compactador de residuos, tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, entre otros (Jaramillo, 2002).

A continuación, se presentan las características principales de los tipos de rellenos sanitarios (MINAM, 2019).

Tabla 1. Clasificación de los rellenos sanitarios

criterio	Relleno sanitario manual	Relleno sanitario semimecanizado	Relleno sanitario mecanizado
Capacidad de Disposición de residuos sólidos municipales	Hasta 6 t/día	Superior a 6 hasta 50 t/día	Más de 50 t/día
Características de la Operación	<p>Las actividades de disposición final de residuos se realizan en forma manual y con empleo de herramientas manuales.</p> <p>Requiere empleo de maquinaria solo para corte y acopio de tierra para cobertura de residuos en área cercana a la destinada a disposición final de residuos.</p>	<p>Las actividades de disposición final de residuos se realizan necesariamente con equipo multiusos (Por ejemplo: Minicargador o Retroexcavadora) asignado para utilización exclusiva del relleno sanitario.</p> <p>Para trabajos de acopio o traslado de tierra se considera disponer de cargador frontal y camión volquete.</p>	<p>Las actividades de disposición final de residuos se realizan necesariamente con maquinaria pesada, la que debe estar asignada para uso exclusivo del relleno sanitario.</p> <p>La maquinaria pesada y sus características estarán en relación con la cantidad de residuos que se dispongan, el tipo predominante del suelo de la zona y las condiciones climáticas.</p> <p>El equipamiento mecánico mínimo deberá estar constituido por un tractor de orugas D6D o equivalente, cargador frontal 950 o equivalente y volquete de 14 m<sup>3</sup>.</p>
Periodicidad del uso de maquinaria	Esporádica, cuando se necesita por ejemplo para acopio de tierra para cobertura.	Frecuente, según la cantidad de residuos que se disponga diariamente, disponibilidad de tierra para cobertura y condiciones climáticas.	Permanente.

Nota: Tomado de la Guía para el Diseño y Construcción de Infraestructuras para Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales, 2019, p.12.

## **Métodos de construcción de un relleno sanitario**

Los rellenos sanitarios pueden construirse empleando métodos de trinchera o zanja, área o la combinación de ambos (MINAM, 2019). El método a emplearse dependerá de la topografía, el tipo de suelo, la profundidad del nivel freático, entre otros (Jaramillo, 2002).

- **Método de trinchera o zanja:** Se aplica usualmente en zonas planas, este método se basa en la excavación periódica de zanjas de dos a tres metros de profundidad haciendo uso de maquinaria pesada. Los residuos son colocados en las trincheras, posteriormente son compactados y finalmente cubiertos con material adecuado. Al ser terrenos planos se deben construir canales perimetrales en caso las condiciones climáticas generen grandes cantidades de precipitaciones las cuales podrían generar la inundación de las zanjas (Rondón y otros, 2016).

- **Método de área:** Es usual en terrenos relativamente planos donde no sea posible excavar zanjas o trincheras para la disposición de los residuos. El método consiste en depositar los residuos sobre el terreno, el cual previamente deberá ser impermeabilizado, posteriormente el material de cobertura es transportado hacia el área de trabajo, desde otras zonas, o si es posible de la misma área. El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, los residuos se descargan en la base del talud, se extiende y aprisiona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra (Rondón y otros, 2016).

- **Combinación de ambos métodos:** Se aplica empleando los dos métodos anteriores, el objetivo es el mejor aprovechamiento del terreno y del material de cobertura (Rondón y otros, 2016). La combinación de ambos métodos implica, inicialmente, la aplicación del método de trincheras y posteriormente el de área (MINAM, 2019).



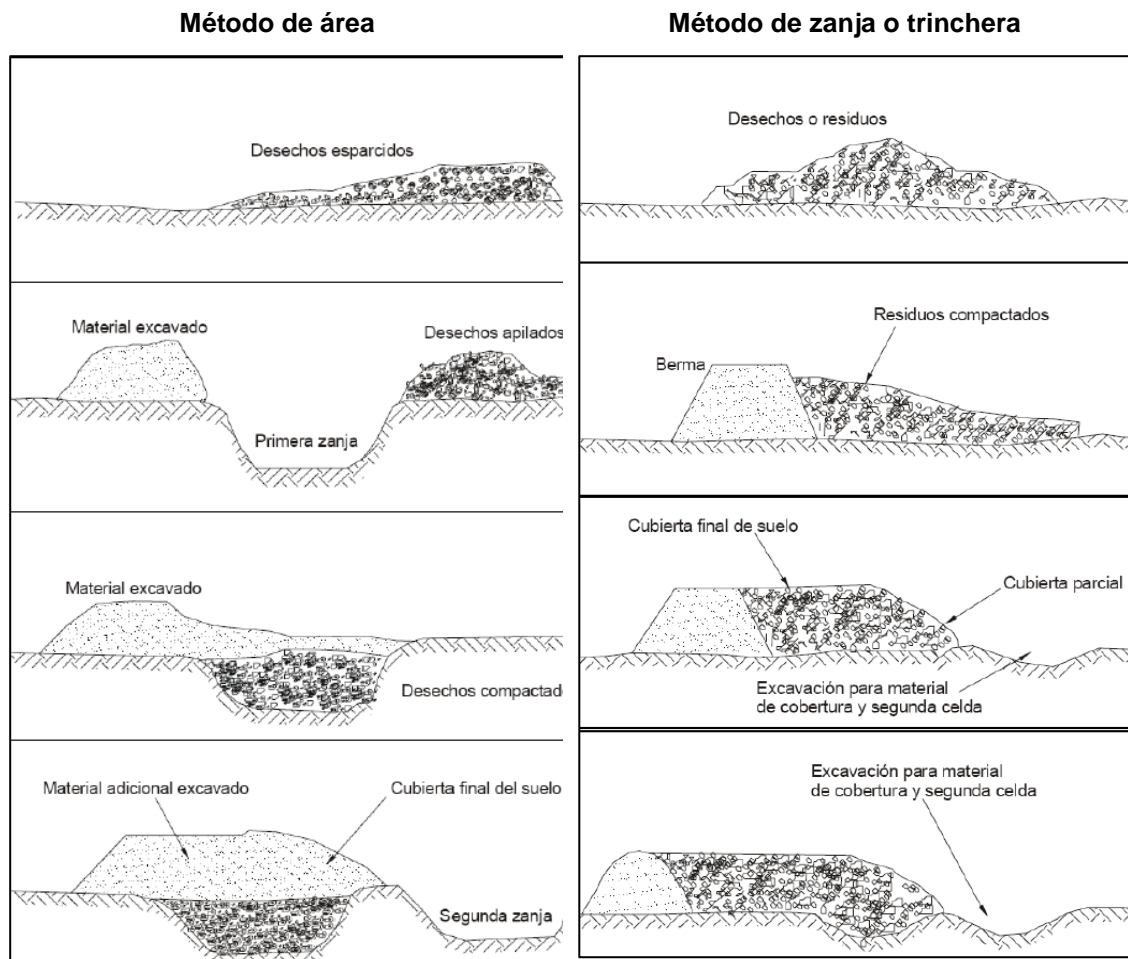


Figura 1. Métodos de construcción de un relleno sanitario. Tomado de “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios”, por Rondón y otros, 2016, pag. 88 y 89.

### Ventajas en la implementación de un relleno sanitario

Son varias las ventajas asociadas a la implementación y funcionamiento de un relleno sanitario. A continuación, se enlistará aquellas seleccionadas de acuerdo a la información revisada.

Ulloa (2005) identificó diversas ventajas, entre las cuales se tiene las siguientes:

- Posibilidad de la recuperación ambiental de las áreas degradadas.
- Baja inversión de capital, en comparación a otros métodos de tratamiento de residuos sólidos.
- Generación de empleo de mano de obra no calificada.
- Posibilidad de utilizar el gas metano producido como energía.

Por otro lado, Jaramillo (2002) determinó las siguientes ventajas:

- Menor costo de operación y mantenimiento en comparación a otros métodos de tratamiento de residuos sólidos.
- Permite recuperar terrenos que fueron considerados improductivos, a través de la construcción de parques, áreas recreativas y verdes.
- La eliminación de residuos sólidos, en un relleno sanitario, puede comenzar a funcionar en corto tiempo.
- El incremento de personal es mínimo, así las cantidades adicionales de residuos que se reciban sean mayores a las proyectadas.

### **Impactos ambientales asociados al funcionamiento de un relleno sanitario**

El impacto ambiental es la alteración introducida por una actividad humana en su entorno (Gómez, 2003). En ese sentido se debe indicar que, el funcionamiento de un relleno sanitario implica cambios en el ambiente, los cuales serán generados en el transcurso de su vida útil.

Según Varveková (2019), el funcionamiento de un relleno sanitario produce diversos impactos negativos, tales como la emisión de gases de combustión y material particulado que afectan la calidad del aire, originados por el uso de maquinaria pesada y vehículos de transporte. También se produce la alteración de la calidad del suelo a través de la generación de lixiviados y la emisión de olores que afectan la calidad del aire. Asimismo, Ulloa (2005) señala que la implementación de un relleno sanitario causa el deterioro del paisaje natural, la alteración de la calidad del aire debido a la generación de polvo sedimentable y la proliferación de vectores de enfermedades que afectan la salud del personal laboral.

### **Consideraciones para la ubicación de un relleno sanitario**

La ubicación de un relleno sanitario requiere una evaluación exhaustiva de los criterios socioambientales, con el fin de identificar los requisitos, criterios y subcriterios necesarios para prevenir problemas ambientales, físicos y sociales en el futuro.

A continuación, se presentan los requisitos, criterios y subcriterios establecidos en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278), para determinar la ubicación de un relleno sanitario.

Tabla 2. Requisitos, criterios y subcriterios para la ubicación de un relleno sanitario

Requisitos	Criterios	Subcriterios	
Restrictivos	Ambiental	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas).	
		Profundidad de la napa freática	
		Precipitaciones	
			Uso Actual de suelo
	Técnico-económico	Geología del suelo (permeabilidad)	
		Distancia a fallas geológicas	
		Pendiente del terreno	
			Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal)
	Social		Distancia a centros poblados
			Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje
		Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	
		Distancia a áreas agrícolas	
		Incidencia visual	
Exclusión		Dirección de los vientos	
		Áreas Naturales Protegidas	
		Propiedad del Terreno	
		Superficie del Terreno	
		Patrimonio Cultural arqueológico	
		Terrenos de comunidades campesinas	
		Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa	
	Ecosistemas Frágiles		
		Concesiones mineras	

Nota: Tomado y modificado de la Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales, 2021, p.15.

### 2.3.2. Proceso de Análisis Jerárquico

#### Definición

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) es un método que permite la resolución de problemas complejos con criterios múltiples. Para ello integra aspectos tangibles e intangibles, así como la subjetividad y la incertidumbre de los tomadores de decisiones (Moreno, 2001).

Por otro lado, Rodríguez y otros (2022), definen al Proceso de Análisis Jerárquico como una técnica que brinda la posibilidad de desglosar un problema, en sus componentes más elementales, con la finalidad de visualizar con mejor precisión su naturaleza y sus probables soluciones.

Asimismo, Contreras y Pacheco (2008) indican que, El Proceso de Análisis Jerárquico es un método que permite resolver problemas multicriterio. Esta metodología permite ordenar el pensamiento analítico a través de tres principios rectores: Construcción de jerarquías, establecimiento de prioridades y consistencia lógica.

### **Procedimiento para la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico**

Según lo establecido por Mu y Pereyra (2017), el Proceso de Análisis Jerárquico se aplica siguiendo al siguiente orden:

- Se elaborará un modelo jerárquico de decisión, en el cual se desglosa el objetivo principal en criterios, subcriterios y alternativas.
- Se establecen las prioridades o importancias de los criterios involucrados. Posteriormente se verifica la consistencia lógica de los juicios emitidos, es decir, los resultados obtenidos deben ser transitivos y proporcionales.
- Se determinan las prioridades relativas o locales de las alternativas en función de los criterios seleccionados.
- Se determinan las prioridades globales o importancias globales, a través de la suma ponderada de las importancias de los criterios y las prioridades relativas de las alternativas en función de los criterios seleccionados.
- Finalmente, se seleccionará la alternativa más adecuada de acuerdo al análisis previamente realizado.

### **Ventajas del Proceso de Análisis Jerárquico**

Contreras y Pacheco (2008) identificaron diferentes ventajas, entre las cuales se tienen las siguientes:

- Permite definir el problema que se desea resolver.
- Identifica los criterios excluyentes para la toma de decisiones.
- Se trabaja con un equipo multidisciplinario.
- Los criterios y subcriterios son estructurados en una jerarquía.
- Permite determinar la importancia de cada criterio a través de ponderaciones y ayuda a sintetizar toda la información para tomar la mejor decisión.
- Los resultados son producto del consenso.
- De manera similar Osorio y Orejuela (2008) destacaron las siguientes ventajas:

- Permite evaluar las consecuencias de las variaciones en un nivel superior sobre el nivel inferior.
- Posibilita una visión completa de los actores involucrados y sus propósitos.

Por su parte Mu y Pereyra (2017) señalaron que, el Proceso de Análisis Jerárquico es naturalmente sencillo, independientemente de los factores involucrados en la toma de decisiones. Asimismo, destacaron que esta técnica permite incluir tanto variables tangibles e intangibles como criterios de decisión.

### **Campos de aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico**

El proceso de análisis jerárquico (AHP) ha sido exitosamente utilizado en múltiples ámbitos. Por ejemplo, en el ámbito empresarial, se ha empleado para la toma de decisiones estratégicas como la selección de proveedores, asignación de recursos y priorización de proyectos. En la planificación urbana, se puede utilizar para evaluar opciones y seleccionar la mejor según criterios de sostenibilidad, calidad de vida y costo. Asimismo, en el ámbito ambiental, se puede utilizar para evaluar riesgos y seleccionar opciones sostenibles. En cuanto al campo financiero, los inversores pueden utilizar el AHP para evaluar opciones de inversión y seleccionar la más adecuada. Además, el AHP se ha aplicado en la evaluación de políticas públicas y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, entre otros.

### **2.3.3. Sistemas de Información Geográfica**

#### **Definición**

Son sistemas integrados que permiten trabajar con datos espaciales para analizar y dar soluciones en diferentes áreas del conocimiento (Peña, 2006). Es por ello que se dice que, los SIG son herramientas que integran la tecnología informática, personas e información geográfica y cuya función principal es la de capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Olaya, 2014).

De forma similar Javier (2015) indica que, los SIG son un conjunto de programas, equipamientos, metodologías, datos y personas, perfectamente integrados, cuya finalidad es la recolección, procesamiento, almacenamiento y el análisis de datos georreferenciados.

El uso de los SIG, actualmente, permite la organización de datos, la

consulta espacial, el análisis espacial, la representación de datos, elaboración de mapas, generación de modelos y la visualización de información que pueda ser representada en un espacio geográfico (Peña, 2006). Es así que, una de las aplicaciones importantes de los SIG se da en la toma de decisiones de la gestión del territorio, ello implica que, el análisis se realizará de manera integral, sistemática y transversal tomando en consideración la complejidad del problema, los criterios involucrados, y la emisión de juicios para la determinación del orden de prioridades en la solución de la situación problemática.

Los SIG permiten la representación de la realidad a través del desarrollo de una base de datos espacial, esto permitirá la generación de capas, las cuales se encontrarán en formatos tipo vector o raster.

### **Componentes de un SIG**

Según Peña (2006), los componentes de un SIG se clasifican en usuarios, software, hardware, datos y métodos.

A continuación, se definirá cada uno de los componentes mencionados.

- **Usuarios:** Son las personas encargadas de manejar el sistema y desarrollar planes de implementación y mejora del mismo. Ellos se encargan de usar el software SIG para realizar tareas con diferentes propósitos.
- **Software:** Existe una diversidad de programas SIG, entre los cuales se tiene al Arcgis, Qgis, Saga Gis, Grass Gis, Global Mapper, GvSIG, entre otros. Estos softwares permiten almacenar, analizar y visualizar información geográfica, así como también, ayudan a generar y a manejar datos georreferenciados.
- **Hardware:** Es el elemento físico que permite ejecutar el software del sistema SIG.
- **Datos:** Peña (2006), indicaba que los datos son los componentes más importantes para un SIG, pues, de acuerdo a su calidad, permitían resolver problemas y contestar preguntas de manera más acertada. Por otro lado, Olaya (2014), afirmaba que, un aspecto clave para el uso de un SIG es saber integrar datos de distinta procedencia.

- **Métodos:** Es el conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos (Peña 2006).

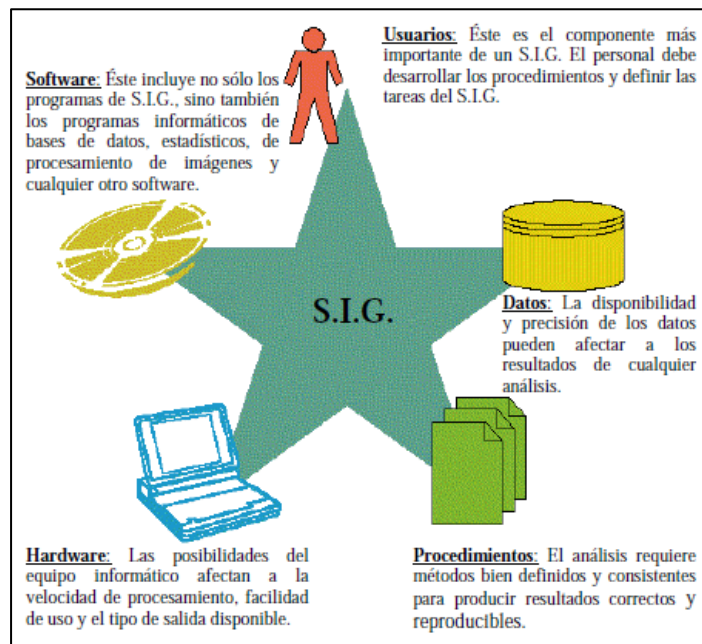


Figura 2 Componentes de los SIG. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006,pag.7.

### Campos de aplicación de los SIG

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tienen un amplio espectro de aplicaciones en diversos campos, como, por ejemplo:

- En la planificación urbana se aplican para la gestión del uso del suelo, el transporte urbano, la localización de servicios públicos y la evaluación de la calidad de vida de los ciudadanos.
- En las ciencias ambientales, los SIG se emplean para el análisis y la gestión de recursos naturales, como la flora, la fauna, la biodiversidad, los recursos hídricos y la calidad del aire.
- En el transporte, los SIG se utilizan para la gestión del tráfico, la planificación de rutas y la optimización de la logística.
- En la gestión de desastres, los SIG se utilizan para la evaluación de riesgos, la planificación de la respuesta a emergencias y la gestión de la recuperación después de un desastre.
- En la gestión ambiental se utilizan para el control de la erosión del suelo, la preservación de la biodiversidad, el monitoreo de la calidad del agua.
- Planificación turística: Los SIG son utilizados para la planificación y gestión

del turismo, como la identificación de zonas turísticas y la evaluación de la capacidad de carga turística.

- Gestión de recursos hídricos: Los SIG son utilizados para la gestión de recursos hídricos, como la planificación del uso del agua y la evaluación de la calidad del agua.
- Seguridad Ciudadana: Los SIG son utilizados para la prevención y resolución de problemas de seguridad, como la delincuencia y el terrorismo.

#### **2.3.4. Ubicación de un relleno sanitario**

La ubicación de un relleno sanitario es un proceso que requiere de un trabajo interdisciplinario que garantice la factibilidad técnica, la protección a la biodiversidad, al ambiente, a los derechos colectivos y al patrimonio cultural. El ubicar una infraestructura de disposición final de residuos sólidos conlleva a mejorar la calidad de vida de las poblaciones asentadas en torno al área impactada por prácticas inadecuadas en el manejo de dichos residuos.

En el proceso de selección de la mejor opción para el emplazamiento del relleno sanitario, es indispensable considerar métodos que posibiliten la integración de la asistencia técnica del equipo interdisciplinario, el cual deberá tener un enfoque holístico y además deberá ser complementado con herramientas que permitan visualizar geoespacialmente el análisis realizado por los profesionales involucrados en la resolución del problema. Es por ello que, el uso del Proceso de Análisis Jerárquico, en combinación con los Sistemas de Información Geográfica, resulta crucial para la toma de decisiones.

#### **2.3.5. Proceso de Análisis Jerárquico y Sistemas de Información Geográfica para la ubicación de un relleno sanitario**

El Proceso de Análisis Jerárquico es un método eficaz que permite resolver problemas que implican múltiples criterios y que a menudo pudiesen ser contradictorios. Por tanto, este método permite descomponer un problema en sus elementos más fundamentales con el fin de realizar un análisis más exhaustivo y una representación más precisa. Asimismo, la importancia del Proceso de Análisis Jerárquico radica en el hecho de que permite definir las preferencias de los grupos de interés a través de la emisión de opiniones basadas en la experiencia de cada uno de los involucrados.



Por otro lado, los Sistemas de Información Geográfica han surgido como una herramienta importante para el manejo de datos geoespaciales que permitan analizar y resolver problemas referentes al uso ordenado del territorio mediante la superposición de mapas. En ese contexto, para la ubicación de un relleno sanitario, resulta útil combinar el Proceso de Análisis Jerárquico con los Sistemas de Información Geográfica. Este procedimiento genera resultados muy precisos, ya que incorpora y representa las preferencias de los decisores en mapas temáticos.

### **2.3.6. Marco Normativo Legal aplicable al estudio**

A continuación, se presentan las normas legales nacionales e internacionales aplicables a la investigación.

#### **Normativa Nacional**

##### **- Constitución Política del Perú**

**Artículo 2; inciso 22** indica que: Toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”.

**Artículo 68** indica que: El estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

**Artículo 69** indica que: El Estado promueve el desarrollo sostenible de la Amazonía con una legislación adecuada.

##### **- Decreto Legislativo N° 635 (Código Penal)**

El Título XIII del Código Penal peruano, aprobado por Decreto Legislativo N°635, modificado por la Ley N° 29263, establece los delitos ambientales:

**Artículo 304** indica que: "Infringiendo las normas sobre protección del medio ambiente, lo contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos, será reprimido con pena privativa de libertad, no menor de uno ni mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días-multa".

##### **- Ley N° 27972 (Ley Orgánica de Municipalidades)**

**Artículo 73:** Materias de Competencia Municipal

Apartado (a): Planificar integralmente el desarrollo local y el ordenamiento territorial, en el nivel provincial. Las municipalidades provinciales son responsables de promover e impulsar el proceso de planeamiento para el desarrollo integral correspondiente al ámbito de su provincia, recogiendo las prioridades propuestas en los procesos de planeación de desarrollo local de carácter distrital.

**Apartado (b):** Promover, permanentemente la coordinación estratégica de los planes integrales de desarrollo distrital. Los planes referidos a la organización del espacio físico y uso del suelo que emitan las municipalidades distritales deberán sujetarse a los planes y las normas municipales provinciales generales sobre la materia

**Apartado (d):** Emitir las normas técnicas generales, en materia de organización del espacio físico y uso del suelo, así como sobre protección y conservación del ambiente.

**Artículo 80:** Saneamiento, Salubridad y Salud

**Literal 1:** Funciones específicas exclusivas de las municipalidades

**Apartado 1.1** indica que: Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.

- **Ley N° 28611 (Ley General del Ambiente)**

**Artículo 1:** Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

**Artículo 119:** Del manejo de los residuos sólidos

**Inciso 119.1.** Indica que: La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.

- **Ley N° 27795 (Ley de Demarcación y organización Territorial)**

**Artículo1:** Ley cuyo objeto es establecer las definiciones básicas, criterios técnicos y los procedimientos para el tratamiento de demarcación territorial que es competencia exclusiva del Poder Ejecutivo.

- **Plan Nacional de Acción Ambiental**

Tuvo como objetivo hacer un análisis de aspectos que mejoren la intervención del sector público en materia ambiental, de tal manera que contribuya a la reducción de la brecha de la población que tiene limitado acceso a un ambiente saludable (recursos naturales y calidad ambiental).

- **Decreto Supremo N° 191-2020-PCM (Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento de la Ley N° 27795, Ley de Demarcación y Organización territorial)**

**Artículo1:** Reglamento que establece las definiciones, principios, criterios, procesos y requisitos para el tratamiento de las acciones de demarcación territorial.

- **Decreto Legislativo N° 1278 (Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos)**

**Artículo 1:** El presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atributos y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo.

**Artículo 21:** Los gobiernos regionales promueven la adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción.

**Artículo 22:** Las municipalidades provinciales, en lo que concierne a los distritos del cercado, y las municipalidades distritales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, especiales y similares, en el ámbito de su jurisdicción.

**Artículo 41:** Los residuos que no puedan ser valorizados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentadas, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo a las características

físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente.

**Artículo 44:** Está prohibido el abandono, vertido o disposición de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o aquellos establecidos por Ley. Los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos identificados como botaderos, deben ser clausurados por la municipalidad provincial en coordinación con la municipalidad distrital respectiva.

- **Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM (Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos)**

Capítulo IV: Infraestructura de Disposición Final

**Artículo 109:** La municipalidad provincial, en coordinación con la distrital, identifica los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos. Asimismo, establece los criterios a considerar en su identificación.

**Artículo 110:** Establece las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, en este artículo se establecen los índices de distancia respecto a los factores ambientales.

- **Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM**

Resolución Ministerial que Aprueba la "Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos Municipales.

La guía tiene por objetivo orientar a los gobiernos locales en la identificación de zonas potenciales para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales, como insumo técnico estratégico de los proyectos de inversión de infraestructuras, acordes a las potencialidades y limitaciones del territorio.

- **Resolución Ministerial N° 144-2021-MINAM**

Resolución Ministerial que Aprueba la "Guía para la formulación y evaluación de instrumentos de gestión ambiental para las infraestructuras de residuos sólidos", que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

El objetivo de la Guía es proporcionar una visión general del proceso a seguir

para la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental de las infraestructuras de residuos sólidos, considerando el marco legal ambiental vigente y un conjunto de buenas prácticas, tanto para su formulación como para su evaluación. Con esto se espera obtener documentos de calidad que permitan a las autoridades contar la mejor información posible para la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental de un proyecto de inversión de infraestructura.

- **Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual**

El Ministerio del Ambiente propuso la ejecución de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, el cual es un documento de trabajo a disposición de las autoridades competentes en temas relacionados a infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.

- **Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado**

El Ministerio del Ambiente propuso la ejecución de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado, el cual es un documento de trabajo a disposición de las autoridades competentes en temas relacionados a infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.

- **Guía de Diseño y Construcción de Infraestructuras para Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales**

La presente guía brinda toda la información básica necesaria para que los técnicos municipales y proyectistas, consideren los aspectos técnicos, ambientales, legales, económicos y sociales necesarios para la implementación del proceso de disposición final.

- **Contenidos Mínimos para la Selección de Área para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos y celdas transitorias**

Este documento que contiene los criterios técnicos y ambientales para realizar la identificación de áreas donde se van a desarrollar dichos proyectos; ello con la finalidad que, durante la etapa constructiva o ejecución de los mismos, se identifiquen inconvenientes de carácter técnico, ambiental o administrativo que limite su ejecución.

## **Guías Internacionales**

### **- Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios**

El documento tiene como objetivo presentar diferentes aspectos sobre la gestión de residuos sólidos domiciliarios en una forma comprensible para quienes estén desarrollando labores relacionadas con los residuos sólidos especialmente en el ámbito público.

### **- Guía para la gestión integral de residuos sólidos municipales**

Esta guía proporciona a las autoridades locales y demás actores municipales vinculados al tema del manejo de residuos sólidos, un conjunto de herramientas prácticas e informaciones básicas, de manera que contribuyan a encontrar las mejores soluciones para el diseño e implementación de un Sistema de Gestión Integral de los RSM en sus respectivos territorios, en correspondencia con las demandas de un desarrollo local sostenible.

## **2.4. Definición de términos básicos**

### **2.4.1. Construcción de Jerarquías**

El principio de construcción de jerarquías es esencial, ya que facilita la organización y sistematización eficiente de la información de un problema, mediante su análisis desde los componentes fundamentales que lo conforman (Mu y Pereyra, 2017). Como punto de partida, se debe establecer el problema a resolver y definir los criterios, lo que permitirá entender la naturaleza del problema y los ámbitos involucrados. El problema se estructura en niveles, donde el nivel superior está representado por el problema a resolver, también llamado foco u objetivo central o principal. El siguiente nivel inferior está conformado por los criterios, seguidos por los subcriterios y, finalmente, las alternativas de solución. Este enfoque jerárquico permite una organización clara y estructurada de la información, lo que facilita el análisis y la toma de decisiones (Yepes, 2018).

Figura 2. 1 Modelo de Jerarquía

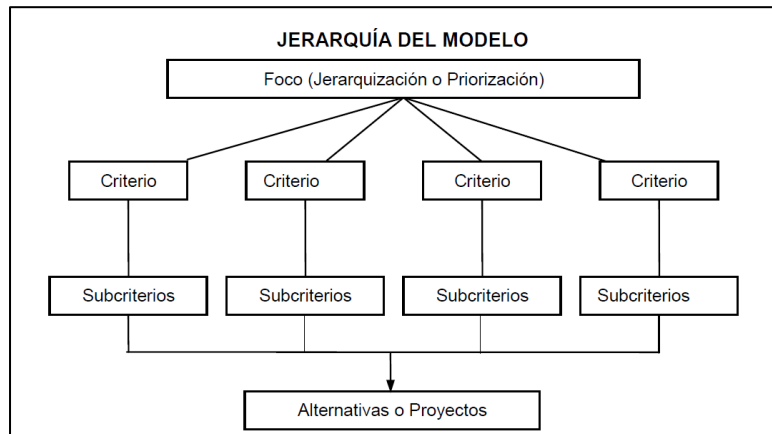


Figura 3. Tomado del Manual Metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos, por Pacheco y Contreras, 2008, pag.62.

#### 2.4.2. Establecimientos de Prioridades

Este principio se refiere a la evaluación de preferencias, gustos, propósitos y deseos de los expertos involucrados en el proceso de toma de decisiones (Moreno, 2001).

Para llevar a cabo este proceso, se utilizan matrices de comparación por pares que permiten establecer prioridades entre los elementos de un nivel, que forman parte de un elemento del nivel inmediato superior (Osorio y Orejuela, 2008). De esta manera, se determina la dominación o importancia que tendrá un criterio o subcriterio sobre otro en términos de un atributo o propiedad en común.

Según González (2019), la matriz de comparación por pares es una herramienta valiosa para determinar prioridades y transformar aspectos cualitativos en cuantitativos. Para lograrlo, se utiliza una escala numérica estandarizada que varía de 1 a 9, la cual refleja el nivel de importancia que un elemento tiene en comparación con otro. De esta manera, se puede medir la relevancia de cada elemento y establecer una jerarquía de prioridades objetiva.

En la siguiente tabla, se detallará el significado de cada valor de la escala propuesta por Thomas L. Saaty.

Tabla 3 Escala de valores de Saaty

Valor	Definición	Explicación
1	Elementos de igual importancia.	Al comparar un elemento con otro, ambos son de igual importancia.
3	Elemento ligeramente más importante o preferido que el otro.	Al comparar un elemento con otro, uno de ellos es ligeramente más importante o preferido que el otro
5	Elemento más importante o preferido que el otro.	Al comparar un elemento con el otro, uno de ellos se considera más importante que el otro.
7	Elemento mucho más importante o preferido que el otro.	Al comparar un elemento con el otro, uno de ellos se considera mucho más importante que el otro.
9	Elemento absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el otro.	Al comparar un elemento con el otro, uno de ellos se considera absolutamente o muchísimo más importante que el otro.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios	Se utilizan cuando no se puede definir con claridad la preferencia entre los elementos.

Nota: Tomado de Hurtado-Garcia, 2015, pg.32.

El proceso de evaluación por pares implica el uso de la escala de valores de Saaty, cuyos resultados son registrados en una matriz de comparación por pares. Esta matriz se caracteriza por ser cuadrada, recíproca y positiva, lo que significa que su número de filas es igual al número de columnas, los valores debajo de la diagonal principal son inversos a los valores por encima de la misma, su determinante es mayor que cero y su diagonal principal tiene un valor único, que es la unidad.

Es importante resaltar que, cuando se tienen varios expertos involucrados en el establecimiento de prioridades, lo ideal es llegar a un consenso entre ellos. No obstante, en algunas situaciones no es viable realizar una serie de entrevistas con todos los involucrados. Para abordar este inconveniente, Saaty propuso integrar los juicios a través de la media geométrica (Contreras y Pacheco, 2008). Con el fin de comprender mejor la aplicación del principio de establecimiento de prioridades, se presentará un ejemplo ilustrativo.

Se tiene un problema que necesita ser resuelto y se deben considerar tres criterios (Criterio A, Criterio B y Criterio C) para su solución. Después de compararlos, se llega a la conclusión de que el Criterio A es ligeramente más



importante que el Criterio B, el Criterio B es más importante que el Criterio C, y que el Criterio A es mucho más importante que el Criterio C.

Para determinar el orden de prioridad de los criterios, es necesario construir primero una matriz de comparación por pares. Luego, se debe obtener la matriz de comparación normalizada y, finalmente, encontrar el vector prioritario. Este vector permitirá determinar el orden de importancia o prioridad de los criterios en consideración.

A continuación, se presenta la matriz de comparación por pares, según lo establecido en el ejemplo planteado. (Ver tabla 3: escala de valores de Saaty)

Tabla 4 Matriz de comparación por pares

Comparación de criterios			
Criterios	A	B	C
A	1	3	7
B	1/3	1	5
C	1/7	1/5	1

Nota: Tomado del Manual Metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos, por Pacheco y Contreras, 2008, pag.52.

Se puede observar que la diagonal principal de la matriz solo contiene el valor de la unidad. Esto se debe a que las celdas de esta diagonal representan comparaciones de un criterio consigo mismo. Además, se puede notar que los valores por encima de la diagonal principal son los recíprocos de los valores que se encuentran debajo.

A continuación, se procederá a obtener la matriz de comparación normalizada. Para ello se calculará la suma de los valores de cada columna de la matriz de comparación por pares. Luego, se dividirá a cada valor de la columna a la cual pertenece.

Tabla 5 Normalización de la matriz de comparación por pares

Matriz de comparación de criterios				Matriz de comparación normalizada		
Criterios	A	B	C	A	B	C
A	1	3	7	21/31	5/7	7/13
B	1/3	1	5	7/31	5/21	5/13
C	1/7	1/5	1	3/31	1/21	1/13
Suma	31/21	21/5	13			

Por último, se calculará el vector prioritario, que representa el orden de importancia o prioridad de los criterios considerados. Para obtener este vector, se realizará el promedio aritmético de los valores de cada fila en la matriz de comparación normalizada.

Tabla 6 Cálculo del vector prioritario

<b>Matriz de comparación normalizada</b>				<b>Vector prioritario</b>
<b>Criterios</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
<b>A</b>	21/31	5/7	7/13	0.643
<b>B</b>	5/21	5/13	5/21	0.283
<b>C</b>	3/31	1/21	1/13	0.074
<b>Suma del orden de prioridades</b>				<b>1.00</b>

De la tabla anterior se obtiene el vector de prioridades u orden de importancia. En primer lugar, se encuentra el criterio A con un peso de 0.643 (64.3%), seguido del criterio B con un peso de 0.283 (28.3%) y finalmente el criterio C con un peso de 0.074 (7.4%). Estos valores representan la importancia que tiene cada criterio a la hora de resolver el problema.

### 2.4.3. Consistencia lógica

Este principio es fundamental porque permite evaluar el grado de coherencia en los juicios del decisor mediante la evaluación del vector de prioridades. Según Mu y Pereyra (2017) un razonamiento es consistente si es transitivo y proporcional. Esto implica que se deben mantener las relaciones jerárquicas entre los elementos, al igual que las proporciones entre los distintos órdenes de magnitud.

Moreno (2001) establece que, la consistencia lógica puede ser determinada mediante el cálculo de la Relación de Consistencia (RC), la cual es definida como la proporción entre el Índice de Consistencia (IC) y el Índice Aleatorio de Consistencia (IAC). Para obtener el valor de la RC, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{IC}{IAC}$$

Donde:

- RC es la Relación de Consistencia.
- IC es el índice de Consistencia.
- IAC es el índice Aleatorio de Consistencia.

- **Razón de consistencia (RC):** La Razón de Consistencia (RC) es un indicador utilizado para evaluar el grado de coherencia y estabilidad de un conjunto de datos en la matriz de comparación por pares. Para asegurar que los juicios emitidos sean adecuados, es importante que la RC no supere el 10% (Yepes, 2018). Si la RC excede este límite, los juicios emitidos deberán ser reevaluados (Moreno, 2001).

- **Índice de consistencia (IC):** El índice de Consistencia es un indicador útil para evaluar la fiabilidad de los juicios emitidos y asegurar que la matriz de comparación por pares sea coherente y confiable (Moreno, 2001). Para obtener el valor de la IC, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Donde:

$\lambda_{\max}$ : Es el máximo valor propio de la matriz de comparaciones por pares y se calcula mediante el producto del vector prioritario y el vector fila correspondiente a la suma de valores de cada columna de la matriz de comparaciones por pares (Contreras y Pacheco, 2008).

$n$ : es el número de criterios

- **Índice Aleatorio de consistencia (IAC):** El Índice Aleatorio de Consistencia (IAC) es un valor teórico que se utiliza como referencia para evaluar la consistencia de los juicios emitidos en la matriz de comparación por pares. Se calcula a partir de la construcción de 10.000 matrices aleatorias y representa el valor medio de la consistencia esperada de estas matrices (Yepes, 2018). El valor del índice aleatorio de consistencia depende del número de criterios evaluados y se calcula a partir de la siguiente tabla elaborada por Saaty.

Tabla 7 Valores teóricos del Índice Aleatorio de Consistencia

Tamaño de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IAC	0.0	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54

Nota: Tomado de: Ishizaka y Ashraf, 2011, pag.12.

Continuando con el ejemplo planteado, ahora se procederá a determinar si los juicios emitidos, en la matriz de comparación por pares, tienen consistencia lógica, ello significa que, debemos determinar que su Relación de Consistencia no debe superar el 0.1

Como primer paso se calculará el  $\lambda_{max}$ , para ello se deberá multiplicar el vector prioritario con el vector fila correspondiente a la suma de los elementos de cada columna de la matriz de comparaciones por pares.

$$\lambda_{max} = \begin{pmatrix} 0.643 \\ 0.283 \\ 0.074 \end{pmatrix} \times \left( \frac{31}{21}, \frac{21}{5}, 13 \right)$$

$$\lambda_{max} = 0.643 \times \frac{31}{21} + 0.283 \times \frac{21}{5} + 0.074 \times 13$$

$$\lambda_{max} = 3.096$$

Posteriormente se calculará el valor del índice de consistencia (IC) a partir de la relación:

$$IC = \frac{3.096 - 3}{3 - 1}$$

$$IC = 0.048$$

Seguidamente se determinará el valor del Índice Aleatorio de Consistencia (IAC) (Ver tabla 7: Valores teóricos del Índice Aleatorio de Consistencia). Por ser la matriz de tamaño 3, debido a su cantidad de criterios, entonces el IAC tiene un valor teórico de consistencia esperado igual 0.58. Finalmente se calculará la Relación de Consistencia según lo establecido en la siguiente relación:

$$RC = \frac{IC}{IAC}$$

$$RC = \frac{0.048}{0.58}$$

$$RC = 0.083$$

De lo determinado, se tiene que, al ser la  $RC < 0.1$  entonces se concluye que los juicios emitidos, en la matriz de comparación por pares, son adecuados; esto significa que el orden de prioridad o importancia de los criterios considerados están acordes al método de Saaty.

#### **2.4.4. Importancia local**

La importancia local se refiere a la prioridad que se asigna a cada alternativa de un conjunto en relación con un criterio determinado. Esta prioridad se obtiene mediante la comparación por pares de las alternativas con respecto a dicho criterio (Mu y Pereyra, 2017).

#### **2.4.5. Importancia global**

La importancia global se puede definir de diferentes maneras. Por ejemplo, Mu y Pereyra (2017) la definen como el resultado que se obtiene al combinar las importancias locales a través de una suma ponderada. Por otro lado, Osorio y Orejuela (2008) la definen como la obtención de la solución general que se busca mediante la multiplicación de las prioridades locales. Ishzaka y Asharaf (2011), por su parte, la definen como la síntesis de las prioridades locales.

#### **2.4.6. Conservación ambiental**

Arboleda (2008) la define como la gestión responsable de los recursos naturales, como el aire, el suelo, el agua, los minerales y las especies vivas, para mejorar la calidad de vida humana a través del uso sostenible de la biosfera. Su objetivo es producir beneficios sostenibles para las generaciones actuales y futuras, mediante la preservación y protección del medio ambiente a través de medidas como la restauración, el mantenimiento, la utilización sostenible y la mejora del entorno natural, como señala.

#### **2.4.7. Conflictos Socioambientales:**

Van Teijlingen y Dupuits (2021) definen los conflictos socioambientales como movimientos de la sociedad civil y comunidades que se movilizan para proteger sus territorios, calidad de vida y recursos naturales, luchando contra el despojo de sus terrenos, la privatización, la contaminación y la criminalización de sus acciones.

#### 2.4.8. Arcgis

Es un sistema de información geográfica que permite cargar fácilmente datos espaciales y tabulares, los cuales podrán ser mostrados en forma de mapas, tablas y gráficos. Asimismo, provee de herramientas necesarias para realizar consultas y análisis de datos (Puerta y otros, 2011).

#### 2.4.9. Shapefile

Es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos (Puerta y otros, 2011). Los formatos vectoriales son del tipo punto, línea y polígonos, con ellos se puede representar información geográfica a través de una estructura vectorial. Las capas vectoriales permiten describir elementos de la superficie terrestre, como las carreteras, redes hidrográficas, pozos, áreas de cultivo, límites administrativos, entre otros (Peña, 2006). De acuerdo a Chida (2020); un punto está representado por un par de coordenadas (X, Y) y una línea se representa a través de un conjunto de coordenadas, las cuales corresponden a cada uno de sus vértices ( $X_1Y_1$ ;  $X_2Y_2$ , ...,  $X_nY_n$ ).

Figura 2. 2 Estructuras vectoriales principales

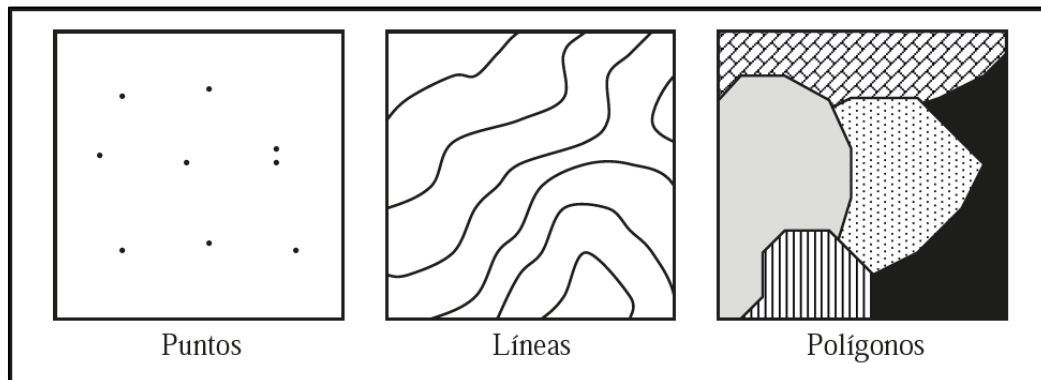


Figura 4. Estructuras vectoriales principales. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006, pag.14.

#### 2.4.10. Raster

El formato raster, permite la representación de la realidad por medio de un conjunto de unidades regulares constituidos por celdas en forma de mosaico. A la forma más simple se le conoce como pixel, y al conjunto de ellos se le llama estructura de raster (Peña, 2006). Cada una de las celdas contiene un valor numérico, los cuales pueden ser, enteros (interger) o reales (float). Estos valores

expresan una característica determinada del terreno al cual representan (Mancebo, 2008). El lado de la celda determina la resolución. Dicho de otro modo, la resolución o escala de los datos raster viene a estar representado por la relación entre el tamaño del pixel y el tamaño representado por la celda en la zona (Peña, 2006).

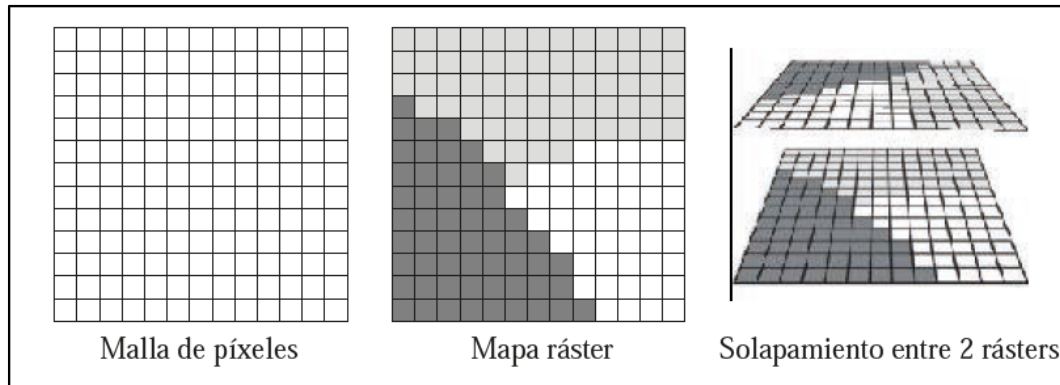


Figura 5. Estructura raster. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006, pag.15.

Figura 2. 3 Representación de la realidad por medio del formato vectorial y el formato raster

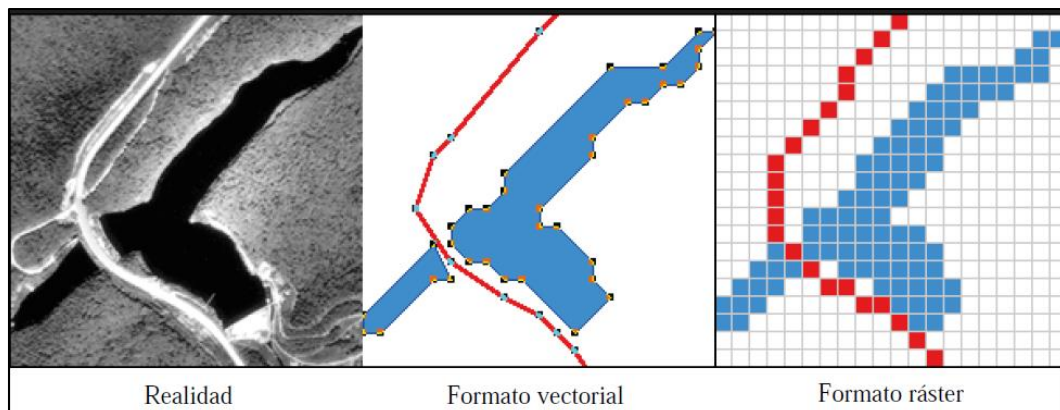


Figura 6. Formatos digitales de representar los datos geográficos. Tomado de Sistemas de información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, Peña, 2006, pag.13.

#### 2.4.11. Geoprocesamiento

Es una secuencia lógica y concatenada de operaciones que permiten automatizar los flujos de trabajo, proporcionando un entorno de trabajo eficiente y un mecanismo para combinar una serie de operaciones y procesos que facilita el análisis y la toma de decisiones (Falla, 2012).

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

Al tratarse de un estudio de nivel descriptivo, su objetivo no es establecer ni probar relaciones de causa y efecto entre las variables. Por lo tanto, este tipo de investigación no requiere la formulación de hipótesis (Mousalli, 2015).

#### **3.1.1. Operacionalización de variables**

En la tabla 8 se muestra la variable de investigación, denominada ubicación de un relleno sanitario; asimismo, se han considerado dimensiones e indicadores que contribuirán al logro los objetivos planteados.



Tabla 8 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN DE CADA DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Ubicación de un relleno sanitario.	La ubicación de un relleno sanitario es un proceso complejo que requiere la participación de expertos en la gestión de residuos sólidos y se basa en la evaluación de criterios sociambientales, como los aspectos sociales, técnicos-económicos y ambientales. (Canelo, 2021)	La ubicación de un relleno sanitario se determinará considerando las dimensiones ambiental, técnico-económica y social, así como la definición de los niveles de importancia de cada una de ellas. Para realizar este proceso, se utilizarán registros de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster), fichas de campo, un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y fichas de establecimiento de importancias.	Ambiental	Desde la perspectiva ambiental, Röben (2002) define el concepto como aquellos elementos del entorno que deben ser conservados para asegurar su uso tanto en el presente como en el futuro.	Importancia ambiental	<p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster).</li> <li>- Álgebra de mapas.</li> <li>- Proceso de Análisis Jerárquico.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de datos geoespaciales y Alfanuméricos (raster).</li> <li>- Software de SIG.</li> <li>- Ficha de establecimiento de importancias.</li> </ul>
			Técnico-económico	Desde el punto de vista técnico-económico, Röben (2002) lo define como aquellas variables que deben ser consideradas para asegurar el adecuado funcionamiento y la viabilidad económica de un proyecto.	Importancia Técnico-económica	<p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster).</li> <li>- Álgebra de mapas.</li> <li>- Proceso de Análisis Jerárquico.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de datos geoespaciales y Alfanuméricos (raster).</li> <li>- Software de SIG.</li> <li>- Ficha de establecimiento de importancias.</li> </ul>
			Social	Röben (2002) lo define como aquellos aspectos relacionados con la vida diaria de una comunidad que deben ser considerados para evitar la generación de conflictos sociambientales.	Importancia social	<p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster).</li> <li>- Álgebra de mapas.</li> <li>- Proceso de Análisis Jerárquico.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registros de datos geoespaciales y Alfanuméricos (raster).</li> <li>- Software de SIG.</li> <li>- Ficha de establecimiento de importancias.</li> </ul>

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Diseño metodológico**

#### **Diseño de investigación**

El diseño de la presente investigación fue no experimental y transversal. Los estudios no experimentales son aquellos que se realizan sin alterar de manera intencional las variables, y en los cuales los fenómenos son observados en su entorno natural para posteriormente ser analizados (Hernández y otros, 2010). En este caso, la investigación fue considerada no experimental ya que las variables no se sometieron a pruebas o manipulaciones, sino que se utilizaron conjuntamente para alcanzar el objetivo central.

Los estudios transversales tienen como objetivo la descripción o caracterización de un fenómeno en un momento dado, a través de la recolección de datos en una única ocasión. En este tipo de estudio, las variables se utilizan para describir el fenómeno estudiado y no se realizan mediciones a lo largo del tiempo (Mousalli, 2015).

En línea con lo anterior, en la presente investigación se recopiló información geoespacial detallada del área de estudio en un solo momento, ya que no se requirió de un análisis multitemporal debido a que las características socioambientales analizadas se mantuvieron invariables en el tiempo.

#### **Tipo de investigación**

Es del tipo aplicada, debido a que permite resolver un problema, asimismo ofrece elementos para aplicaciones tecnológicas o para tomas de decisiones (Müggenburg, 2007).

De acuerdo a lo argumentado, esta investigación ha permitido determinar la ubicación de un relleno sanitario que pueda solucionar el problema socioambiental generado en el distrito de Tacna debido a una gestión y manejo inadecuados de los residuos sólidos.

#### **Enfoque de la investigación**

El enfoque utilizado, en este estudio, es el cuantitativo, ya que se basó en investigaciones previas y en la recopilación de datos que fueron codificados en forma numérica, tal y como lo sugiere Hernández y otros (2014), citado en Uscamayta (2021).

Es importante resaltar que la información geoespacial utilizada en este

estudio fue generada por entidades gubernamentales y publicada en sus respectivos geoportales. Para delimitar las zonas potenciales para la ubicación del relleno sanitario, los datos cartográficos fueron codificados utilizando valores numéricos, representados por "1" para zonas potenciales y "0" para zonas no potenciales. Posteriormente, se asignaron valores numéricos que representaron la importancia local y global de cada zona, lo que permitió delimitar el área para la ubicación del relleno sanitario.

### **Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptivo, con dos variables de estudio.

El propósito fundamental de la investigación descriptiva es la obtención de datos e información referentes a las características, propiedades, dimensiones o aspectos de los objetos, personas, agentes e instituciones, o de los procesos sociales o naturales. De igual forma, se busca clasificar dichos elementos con el fin de lograr una descripción sistemática y detallada del fenómeno que se estudia (Ñaupas y otros, 2014). Responde a las preguntas: ¿Cómo son? ¿Dónde están?, ¿Cuánto son?, ¿Quiénes son?, etc. (Carrasco, 2006)

En este estudio se utilizó un enfoque descriptivo, ya que en la primera etapa se identificó y definió el problema. Posteriormente, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de fuentes de información secundarias para determinar las características físicas, las condiciones meteorológicas y los aspectos legales de la zona de estudio que contribuyeron a la identificación del lugar para la implementación del relleno sanitario. Además, se utilizaron diversas técnicas de recolección de datos, como entrevistas a expertos, observación en campo y análisis de datos, con la finalidad de describir aspectos relevantes de la alternativa más adecuada.

### **4.2. Método de Investigación**

El método de investigación utilizado siguió una serie de pasos secuenciales que incluyeron la observación, definición o planteamiento del problema, recopilación de datos, análisis y síntesis de los mismos.

#### **Observación**

La observación implica la recopilación sistemática y detallada de información acerca de los fenómenos u objetos de estudio en su entorno. Para ello, se utilizan los sentidos de manera precisa y objetiva, lo que permite registrar

los datos de forma confiable (Pulido, 2015).

La observación fue la base de la investigación, porque en función a ello se pudo detectar el problema y plantearlo adecuadamente. Este procedimiento surgió cuando en los datos estadísticos ambientales se reportó que la región Tacna no contaba con un área para la disposición de sus residuos sólidos que cumpla con los requisitos ambientales, técnicos-económicos y sociales.

### **Definición o planteamiento del problema**

El problema se define como una interrogante o duda acerca de algo que no ha sido suficientemente investigado o comprendido, y cuya solución no puede ser obtenida de forma inmediata, lo que requiere la realización de una investigación (Calzado y otros, 2008).

El planteamiento del problema se realizó mediante la formulación del problema, el cual obedece a la necesidad de determinar un lugar óptimo para la implementación de un relleno sanitario que permita el mejoramiento de la gestión y manejo de los residuos sólidos en el distrito de Tacna.

### **Recopilación documental**

En esta etapa se recoge información relacionada con el tema de estudio, la cual debe ser analizada y utilizada como un elemento de apoyo para la investigación en cuestión (Asensi y Parra, 2002).

Para la recopilación de datos, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de investigaciones previas relacionadas con el área de estudio y antecedentes vinculados al problema de investigación en cuestión. Asimismo, se consultó la normativa legal vigente en el ámbito de estudio, se obtuvo información sobre la metodología empleada y se descargó información geoespacial de entidades gubernamentales. De esta forma, se logró obtener una amplia gama de datos relevantes para la investigación, los cuales se analizaron cuidadosamente para llegar a conclusiones precisas y confiables.

### **Análisis y síntesis**

Implica que para estudiar un tema se debe dividir en partes y examinarlas individualmente a través del análisis. Posteriormente, estas partes se integran de nuevo para lograr una comprensión integral y holística del objeto de estudio a través de la síntesis. Este método permite una comprensión detallada de cada componente del tema y su relación con el conjunto (Müggenburg, 2007).

En este sentido, se utilizó el método de análisis y síntesis en esta

investigación, ya que se desglosó el problema en variables, criterios y subcriterios y se analizaron individualmente utilizando la técnica del Proceso de Análisis Jerárquico basado en Sistemas de Información Geográfica. Posteriormente, los resultados obtenidos se integraron para identificar la ubicación del relleno sanitario.

#### **4.3. Población y muestra**

La población del presente estudio es igual a la muestra ya que se llevó a cabo en el territorio del distrito de Tacna, lo que garantiza que todas las unidades de análisis están incluidas dentro de la muestra.

#### **4.4. Lugar de estudio**

La presente investigación se realizó en el distrito de Tacna.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

##### **4.5.1. Técnicas**

En la presente investigación se utilizaron tres tipos de técnicas para la recolección de datos: la recopilación y análisis de datos, la observación directa no participante y la entrevista estructurada.

##### **Recopilación y análisis de datos**

Esta técnica se fundamenta en la información disponible recolectada por otros analistas distintos del investigador. Los datos se pueden recabar a través de información disponible de datos estadísticos que provienen de fuentes oficiales y datos para metaanálisis. Ambos casos permiten obtener información de una o varias fuentes y que serán útiles para los objetivos de la investigación. (Hernández y otros, 2014).

La recopilación y análisis de datos, en la presente investigación, se realizó mediante el uso de estudios previamente realizados en el distrito de Tacna y de la información cartográfica disponible en los distintos geoportales nacionales. Asimismo, el análisis de la información geoespacial se llevó a cabo a través de la técnica de geoprocesamientos (álgebra de mapas).

##### **Entrevista estructurada**

La entrevista estructurada es un método de investigación cuantitativa que utiliza un plan preestablecido y una guía o formulario de preguntas previamente preparadas. Este tipo de entrevista es el más aconsejable porque permite procesar mejor los datos e informaciones proporcionados (Ñaupas y otros, 2014).

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, es importante destacar que la entrevista estructurada se llevará a cabo durante la primera y segunda etapa de gabinete, a través del proceso de análisis jerárquico. El objetivo principal de esta entrevista fue determinar las importancias locales y globales de los criterios, subcriterios y alternativas. La entrevista fue dirigida a un grupo de tres expertos conformado por: un especialista ambiental, un especialista social y un especialista en proyectos de saneamiento.

### **Observación directa no participante**

De acuerdo a lo indicado por Ñaupas y otros (2014), la observación directa no participante es aquella en la que se establece entre el investigador y el objeto investigado, a través del contacto directo, mediante instrumentos de observación como videograbadoras, máquinas fotográficas digitales, fichas de campo, entre otros.

Lo anterior descrito fue realizado en la etapa de campo en la cual se visitó las áreas previamente seleccionadas, para localizar el relleno sanitario, con la finalidad de determinar el uso actual de suelo.

### **4.5.2. Instrumentos para la recolección de la información.**

Los instrumentos son herramientas conceptuales o materiales que sirven a las técnicas de recolección de datos (Ñaupas y otros, 2014). En las investigaciones se disponen de diversos tipos de instrumentos que permitirán medir las variables de interés. (Hernández y otros, 2014).

En concordancia con las técnicas seleccionadas, a continuación, se presentarán los instrumentos utilizados para la recolección de datos en esta investigación.

### **Instrumento para la recopilación y análisis de datos**

La recopilación y análisis de datos se realizó en gabinete haciendo uso del registro de datos geoespaciales y alfanuméricos, en el cual se consignó la data geoespacial de la Zonificación Ecológica y Económica de la región Tacna y aquella disponible en los geoportales nacionales. Asimismo, se hizo uso de un software SIG para el análisis de la información recopilada.

### **Instrumentos de recolección de información para la entrevista estructurada**

Durante las entrevistas a los expertos, se utilizarán diferentes instrumentos para asegurar una medición precisa y sistemática de las respuestas. Entre ellas, se encuentran la ficha de establecimiento de

importancias locales y la ficha de establecimiento de importancias globales. Estas herramientas permiten recopilar información detallada y objetiva sobre los criterios, subcriterios y alternativas, lo que facilitará el proceso de análisis y toma de decisiones.

### **Instrumentos de recolección de información para la observación directa no participante**

La observación no participante se llevó a cabo mediante una visita al área de estudio, durante la cual se utilizó una ficha de campo diseñada específicamente para determinar el uso actual del suelo. Esta herramienta resultó muy útil para recopilar información detallada y precisa sobre las características del terreno y las actividades que se realizan en él. La observación no participante permitió obtener una visión objetiva del entorno estudiado, lo que resultó esencial para el análisis y la interpretación de los datos recopilados.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

Para realizar el análisis y procesamiento de datos se hizo uso del programa Arcgis 10.8 y el programa Microsoft Excel 2016.

##### **Arcgis 10.8**

El programa arcgis 10.8 se utilizó para realizar operaciones de superposición con datos geoespaciales, los cuales fueron obtenidos en formato vectorial y/o raster. Asimismo, arcgis, nos permitió incorporar las importancias de los criterios y subcriterios considerados; de esta manera se pudo determinar la ubicación del relleno sanitario. Los resultados de las operaciones de superposición y asignación de importancias fueron representados a través de mapas temáticos.

##### **Microsoft Excel 2016**

Excel es un programa desarrollado por Microsoft que ayuda a realizar operaciones matemáticas, crear tablas, analizar datos, crear gráficos. Asimismo, es útil para gestionar listas o base de datos (Mesias y Rojas, 2019).

Por otra parte, Arroyo y Galarza (2018), indicaban que, Excel permite aumentar la capacidad de hacer cálculos y ofrecen herramientas precisas y dinámicas para recolectar, procesar, organizar y analizar datos a través de hojas de cálculo.

De acuerdo a lo descrito, el programa Excel 2016, permitió analizar y procesar los resultados obtenidos de la encuesta que se realizará a los tres

expertos. La encuesta dio como resultados los pesos u orden de preferencias, realizados a través de la comparación por pares, de los criterios y subcriterios considerados para la ubicación del relleno sanitario.

#### **4.7. Procedimiento de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en una etapa de campo y dos etapas de gabinete. En los apartados siguientes se detallará cada una de ellas.

##### **4.7.1. Primera etapa de gabinete**

Durante la primera etapa del gabinete, se llevó a cabo la recopilación de información geoespacial, la identificación de criterios y subcriterios socioambientales, la definición de sus niveles de importancia y su representación gráfica.

##### **Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos**

Se recopiló información geoespacial y alfanumérica de diversos geoportales nacionales, así como de estudios previos realizados en la Región Tacna. Esta información incluyó archivos en formato shapefile, excel y raster, los cuales fueron debidamente registrados en el registro de datos geoespaciales y alfanuméricos.

##### **Identificación de criterios y subcriterios socioambientales y de exclusión**

La definición de criterios y subcriterios socioambientales y de exclusión se basó en la información geoespacial disponible, así como en lo establecido en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado mediante el D.L N° 1278, y su reglamento, aprobado mediante D.S N° 014-2017-MINAM. Además, se tuvo en cuenta la Zonificación Ecológica Económica de la Región Tacna y las guías y documentos elaborados por la autoridad competente.

Asimismo, se utilizaron las siguientes guías y documentos elaborados por el Ministerio del Ambiente:

- Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Mecanizado elaborado por el Ministerio del Ambiente el año 2011.
- Guía para el Diseño y Construcción de Infraestructuras para Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales elaborado por el Ministerio del Ambiente el año 2019.
- Contenidos Mínimos para la Selección de Área para Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos y Celdas Transitorias elaborado por el Ministerio del Ambiente el año 2020.



- Guía Para la Identificación de Zonas Potenciales Para Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales elaborado por el Ministerio del Ambiente el año 2021.
- Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado elaborado por el Ministerio del Ambiente el año 2008.

La información recopilada permitió establecer los criterios y subcriterios sociambientales y de exclusión para la selección y delimitación de las zonas potenciales y no potenciales para la ubicación del relleno sanitario, considerando los límites permisibles.

### **Definición de los niveles de importancias de los criterios y subcriterios sociambientales**

Este procedimiento se desarrollo mediante una entrevista realizada a un grupo multidisciplinario compuesto por tres especialistas: un especialista ambiental, un especialista social y un especialista sanitario. La entrevista, cuyo objetivo fue determinar los niveles de importancias locales y globales de los criterios y subcriterios socioambientales seleccionados, se desarrolló según lo establecido en el Proceso de Análisis Jerárquico propuesto por Thomas L. Saaty, y constó de dos partes: en la primera parte, se realizó la comparación por pares entre los criterios socioambientales, mientras que en la segunda parte se compararon los subcriterios asociados a un mismo criterio. Ambas etapas de la entrevista se basaron en la escala de valores de Saaty. Los juicios de importancias obtenidos fueron registrados en las fichas de establecimiento de importancias.

Es importante destacar que, debido a restricciones de tiempo, las entrevistas se llevaron a cabo de manera individual. Sin embargo, esto no fue impedimento para evaluar los niveles de importancias de los criterios y subcriterios seleccionados, ya que, para resolver este problema, Thomas L. Saaty propuso integrar los juicios emitidos por los especialistas a través de la media geométrica (Contreras y Pacheco, 2008).

El resultado de los niveles de importancias locales y globales, integrados mediante la media geométrica, se presenta en el apartado de Resultados Descriptivos.

El resultado de las entrevistas realizada a los tres expecialistas, de manera individual, se presenta en el Anexo 03: Base de datos (Fichas de

establecimiento de importancias locales – Primera etapa de gabinete)

### **Distribución espacial de los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales**

El proceso se llevó a cabo mediante la superposición de mapas e integración de las importancias globales de los subcriterios socioambientales, utilizando el software ArcGIS. Además, se utilizaron como insumos los datos recopilados durante la investigación y los niveles de importancia definidos para los criterios y subcriterios socioambientales. Es importante recalcar que, previamente al desarrollo del apartado se delimito y represento gráficamente las zonas potenciales y no potenciales para la ubicación del relleno sanitario.

#### **- Delimitación de las zonas potenciales y no potenciales de los subcriterios sociambientales para la ubicación del relleno sanitario**

Para la delimitación de las zonas potenciales y no potenciales, se empleó la información geoespacial recopilada, los subcriterios socioambientales establecidos y sus límites permisibles de ubicación. Además, se utilizaron herramientas de geoprocésamiento como el buffer e interpolación disponibles en el software ArcGIS. Asimismo, se aplicó la lógica Booleana para distinguir las zonas potenciales y no potenciales para la ubicación del relleno sanitario.

#### **- Representación gráfica de las zonas potenciales y no potenciales de los subcriterios socioambientales para la ubicación del relleno sanitario**

Posteriormente a la delimitación de las zonas potenciales y no potenciales se elaboró los mapas temáticos que permitieron representar gráficamente las zonas donde se podría ubicar el relleno sanitario.

La representación gráfica de las zonas potenciales y no potenciales fueron desarrollados mediante la elaboración de mapas temáticos, los cuales se presentan en el Anexo 3: Base de Datos (Mapas de zonas potenciales y no potenciales).

### **Superposición de mapas e integración de las importancias globales de los subcriterios socioambientales**

Se llevó a cabo la superposición de mapas con el objetivo de integrar las importancias globales de los subcriterios socioambientales y representarlos visualmente. Esto permitió categorizar las áreas como no aceptables, moderadamente aceptables y aceptables para determinar la ubicación del relleno sanitario. Para esto se aplicó herramientas tales como el álgebra de

mapas y reclasificación correspondientes a la ventana arctoolbox del software Arcgis.

La representación gráfica de las áreas no aceptables, moderadamente aceptables y aceptables fueron desarrollados mediante la elaboración de mapas temáticos, los cuales se presentan en el Anexo 3: Base de Datos (Mapa de áreas aceptables).

### **Representación, superposición y descarte de las áreas aceptables con los criterios de exclusión**

Se descartaron aquellas áreas que no cumplieran con la superficie requerida para el relleno sanitario y que podrían ser susceptibles a desastres naturales como inundaciones y/o movimientos en masa o aquellas que son relevantes debido a su importancia arqueológica, patrimonial y/o histórica. Asimismo, también fueron excluidas las áreas naturales protegidas, sus zonas de amortiguamiento y áreas que presenten ecosistemas frágiles. Finalmente, también se consideraron como criterios de exclusión a los terrenos pertenecientes a comunidades campesinas y concesiones mineras.

#### **- Superposición de las áreas aceptables con los criterios de exclusión**

Se realizó la superposición, mediante mapas, de las áreas aceptables con los criterios de exclusión, cuyo propósito fue descartar aquellas zonas que podrían afectar a áreas de importancia arqueológica, áreas naturales protegidas, ecosistemas frágiles, terrenos de comunidades campesinas, concesiones mineras. Asimismo, se desestimaron aquellas zonas cuyos emplazamientos se ubicaban en áreas susceptibles a inundaciones y/o movimientos en masa con niveles de riesgo altos, medios y bajos.

La superposición de las áreas aceptables con los criterios de exclusión fue desarrollada mediante la elaboración de mapas temáticos, los cuales se presentan en el Anexo 3 (Base de Datos – Mapas de criterios de exclusión).

#### **- Cálculo del área requerida para la ubicación del relleno sanitario y las obras complementarias**

Se calculó el área requerida para la ubicación del relleno sanitario en función de la vida útil del terreno, la proyección de la población futura, la generación per cápita futura de residuos sólidos, la generación de residuos sólidos domiciliarios proyectados, la generación de residuos municipales proyectados, la generación de residuos no domiciliarios proyectados, el volumen

total de los residuos sólidos a disponer, el volumen de material de cobertura, la altura que alcanzará los residuos sólidos, el área total del relleno sanitario y la extensión del terreno destinados a las áreas administrativas.

A continuación, se detallará el procedimiento para determinar cada uno de los factores mencionados.

#### - **Vida útil del terreno**

La vida útil del terreno se refiere a garantizar que la capacidad del sitio sea lo bastante amplia para permitir su utilización durante un período mínimo de cinco años (Jaramillo, 2002).

Según lo establecido en el artículo 99 del Decreto Supremo 014-2017-MINAM, la vida útil mínima de una infraestructura de disposición final de residuos sólidos es de diez años. En consecuencia, para el desarrollo de la presente investigación se consideró el horizonte temporal mínimo establecido en la normativa nacional.

#### - **Proyección de la población futura**

Para calcular la proyección de la población futura del distrito de Tacna, se utilizó un horizonte temporal de vida útil del terreno de diez años. A continuación, se presenta la expresión matemática de referencia para el cálculo del crecimiento geométrico, considerando una tasa de crecimiento constante según lo propuesto por Jaramillo (2002).

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población actual

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = ( $t_{final} - t_{inicial}$ ) intervalos en años

$t$  = Variable tiempo

Según los resultados definitivos del censo 2017 publicado por el Instituto nacional de Estadística e Informática, se ha determinado que la tasa de crecimiento anual para la provincia de Tacna es del 1.5%. Esta tasa se ha sido tomado en cuenta para calcular la proyección de la población futura en el área de estudio.

#### - **Generación per cápita futura de residuos sólidos**

La generación per cápita futura se determina considerando la generación per cápita actual, la tasa de incremento de generación y el número de años. A continuación, se presenta la expresión matemática de referencia para el cálculo de la generación per cápita futura de residuos sólidos, basada en la propuesta de Jaramillo (2002).

$$G_{pf} = G_{pa} * (1 + r)^n$$

Donde:

$G_{pf}$  = Generación per cápita futura (kg/hab./día)

$G_{pa}$  = Generación per cápita actual (kg/hab./día)

$r$  = Tasa de incremento de generación (%)

$n$  = Número de años

De acuerdo al Plan de Manejo de residuos Sólidos del Distrito de Tacna 2022 - 2026 publicado por la Municipalidad Provincial de Tacna, se ha determinado que la generación per cápita para el año 2022 es del 0.57 kg/hab./día. Este valor ha sido utilizado para calcular la generación per cápita futura en el área de estudio. Además, se ha considerado una tasa de incremento de generación del 1% conforme a la propuesta de Jaramillo (2002).

#### - **Generación de residuos sólidos domiciliarios proyectados**

La proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD) se obtiene multiplicando la población futura por la generación per cápita futura correspondiente al mismo año.

$$RSD = \frac{(Pf * G_{pf}) * 365}{1000}$$

Donde:

RSD = Residuos sólidos domiciliarios proyectados (Tn/año)

$G_{pf}$  = Generación per cápita futura (kg/hab./día)

$Pf$  = Población futura

#### - **Generación de residuos sólidos municipales proyectados**

La generación proyectada de residuos sólidos municipales se calculó siguiendo las pautas establecidas en la Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Mecanizado. Según esta guía, los residuos sólidos municipales (RSM) se estiman en un incremento del 30% con respecto a los residuos sólidos domiciliarios (MINAM, 2008).

$$RSM = 1.3 * RSD$$

Donde:

RSM = Residuos sólidos municipales proyectados (Tn/año)

RSD = Residuos sólidos domiciliarios proyectados (Tn/año)

- **Generación de residuos sólidos no domiciliarios proyectados**

La generación proyectada de residuos sólidos no domiciliarios (RSND) se calcula mediante de la diferencia entre la cantidad proyectada de residuos sólidos municipales y la cantidad proyectada de residuos sólidos domiciliarios.

$$RSNM = RSM - RSD$$

Donde:

RSNM = Residuos sólidos no municipales proyectados (Tn/año)

RSM = Residuos sólidos municipales proyectados (Tn/año)

RSD = Residuos sólidos domiciliarios proyectados (Tn/año)

- **Volumen total de los residuos sólidos a disponer**

El cálculo del volumen total de residuos (VTR) a disponer se determinará mediante la división de la cantidad de residuos sólidos municipales proyectados con la densidad de los residuos (DR).

$$VTR = \frac{RSM}{DR}$$

Donde:

VTR = Volumen total de los residuos sólidos a disponer (m<sup>3</sup>/año)

RSM = Residuos sólidos municipales proyectados (Tn/año)

DR = Densidad de residuos sólidos municipales (Tn/m<sup>3</sup>)

De acuerdo al Plan de Manejo de residuos Sólidos del Distrito de Tacna 2022 - 2026 publicado por la Municipalidad Provincial de Tacna, se ha determinado que la densidad de residuos sólidos municipales para el año 2022 es del 0.13507 Tn/m<sup>3</sup>. Este valor ha sido utilizado para calcular el volumen total de los residuos sólidos a disponer.

- **Volumen de material de cobertura**

De acuerdo a la Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Mecanizado el volumen del material de cobertura (VMC) representa el 25% del Volumen total de los residuos sólidos a disponer (MINAM, 2008).

$$VMC = 0.25 * VTR$$

Donde:

VMC = Volumen de material de cobertura ( $m^3/año$ )

VTR = Volumen total de los residuos sólidos a disponer ( $m^3/año$ )

- **Altura promedio que alcanzará los residuos sólidos**

Según la Guía para el Diseño y Construcción de Infraestructuras para Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2019), se estima que la altura promedio que alcanzarán los residuos sólidos dispuestos será de 10 metros.

- **Área total del relleno sanitario**

El cálculo se realizará dividiendo la suma del volumen total de los residuos sólidos a disponer y el volumen de material de cobertura entre la altura promedio que se espera que alcancen los residuos sólidos.

- **Área del terreno destinado a las áreas administrativa**

El terreno destinado para áreas administrativas representa el 30% del área total del relleno sanitario (Jaramillo, 2002).

- **Área del terreno para la ubicación del relleno sanitario y las obras complementarias**

Para calcular el área requerida del terreno para la ubicación del relleno sanitario y las obras complementarias, se sumaron las áreas parciales (área total del relleno sanitario y áreas administrativas) de cada año considerado en las proyecciones.

**Determinación de las alternativas para la ubicación del relleno sanitario**

Se excluyeron áreas aceptables que no cumplieran con el tamaño mínimo requerido para el relleno sanitario.

La calculo de la superficie requerida para para el reelno sanitario se presenta en el Anexo 3: Base de Datos (Cálculo del área del terreno para la ubicación del relleno sanitario y las obras complementarias)

**Representación gráfica de las alternativas para la ubicación del relleno sanitario**

La representación gráfica de las alternativas se llevó a cabo utilizando el software ArcGIS, lo cual proporcionó una herramienta eficiente para realizar el posterior análisis en campo de cada una de estas ubicaciones.

La representación gráfica de las alternativas fue desarrollada mediante la elaboración de mapas temáticos, los cuales se presentan en el Anexo 3: Base

de Datos (Mapa de alternativas).

#### **4.7.2. Etapa de campo**

Durante la etapa de campo, se realizó la visita técnica a las áreas denominadas como alternativas con el objetivo de evaluar tres aspectos fundamentales: el uso actual del suelo, la accesibilidad a las áreas y la dirección del viento. Se prestó especial atención a este último criterio, asegurándose de que no hubiera centros poblados o actividades económicas y/o productivas ubicadas a sotavento de las alternativas evaluadas, para evitar posibles impactos negativos.

Las características correspondientes al uso actual del suelo se presentan en el Anexo 3 (Base de Datos – fichas de campo).

#### **4.7.3. Segunda etapa de gabinete**

Se determinó la ubicación del relleno sanitario mediante el cálculo de las importancias locales de los subcriterios seleccionados (uso actual del suelo, accesibilidad al terreno y dirección del viento), así como de las importancias locales y globales de las alternativas.

El resultado de los niveles de importancias locales y globales, integrados mediante la media geométrica, se presenta en el apartado de Resultados Descriptivos.

El resultado de las entrevistas realizada a los tres especialistas, de manera individual, se presenta en el Anexo 03: Base de datos (Ficha de establecimiento de importancia locales – segunda etapa de gabinete)

La ubicación geográfica del relleno sanitario se llevó a cabo mediante la elaboración de un mapa temático, el cual se presenta en el Anexo 3: Base de Datos (Mapa de ubicación del relleno sanitario). El diagrama de flujo para determinar la ubicación del relleno sanitario se presenta en el Anexo 04.



#### **4.8. Aspectos éticos en Investigación**

La investigación cumple con los aspectos éticos en cuanto al uso del estilo de redacción ISO 690, lo que ha permitido incluir citas, aportes y secciones con la debida procedencia de autores reconocidos, que han sido correctamente citados sin vulnerar su propiedad intelectual. De esta forma, se evita cualquier tipo de omisión en el reconocimiento de la fuente de información utilizada en el estudio. Asimismo, es importante destacar que el informe de investigación fue desarrollado siguiendo la estructura establecida en la DIRECTIVA N° 004-2022-R, que define las directrices para la elaboración de proyectos e informes finales de investigación en pregrado, posgrado, equipos, centros e institutos de investigación.

Por otro parte, en cuanto al consentimiento informado, se debe indicar que, al tratarse de un estudio llevado a cabo en un entorno natural, no fue necesario obtener dicho documento. No obstante, es importante señalar que los procedimientos empleados han sido validados y estandarizados a nivel internacional, lo que garantiza que no se hayan generado sesgos en los resultados obtenidos.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

En este apartado, se expondrán los resultados obtenidos tanto de la revisión bibliográfica como del análisis y procesamiento de los datos. Estos resultados son fundamentales para alcanzar los objetivos establecidos y brindar respuestas a las preguntas específicas planteadas en la investigación. Asimismo, señalar que, los resultados descriptivos han sido estructurados en concordancia con el orden establecido para el desarrollo de la metodología técnica de la investigación. Cabe resaltar que, dado que el estudio se compone de dos etapas de gabinete y una de campo, los resultados se presentarán por separado para cada una de ellas.

#### 5.1.1. Primera etapa de gabinete

En esta etapa, se presentarán los resultados obtenidos en relación con la identificación de criterios socioambientales, subcriterios ambientales, subcriterios técnicos-económicos y subcriterios sociales. Además, se mostrarán los primeros resultados de la definición de los niveles de importancia de los criterios y subcriterios antes mencionados, así como su distribución espacial mediante la representación gráfica a través de mapas temáticos.

#### Recopilación de datos geospaciales y alfanuméricos

Los datos geospaciales y alfanuméricos fueron recopilados considerando la data disponible en los geoportales nacionales, estudios realizados en el área de estudio y lo contemplado en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado mediante el D.L N° 1278 y su reglamento, aprobado mediante D.S N° 014-2017-MINAM. En la siguiente tabla se muestra la información recabada.

Tabla 9 Registro de Datos Geospaciales y/o Alfanuméricos

Temática Cartográfica	Escala y/o Resolución	Fuente de la Información	Formato del Archivo
Ríos y quebradas	1: 50 000	Zonificación Ecológica Económica a Nivel Meso Aprobado el año 2013 Mediante Ordenanza Regional N° 016-2012 CR/GOB.REG.TACNA y Opinión Favorable del MINAM con Oficio N° 155-2013-DGOT-DVMDER.	Shapefile
Pozos	Nacional	Zonificación Ecológica Económica a Nivel Meso Aprobado el año 2013 Mediante Ordenanza Regional N° 016-2012- CR/GOB.REG.TACNA y Opinión Favorable del MINAM con Oficio N° 155-2013-DGOT-DVMDER.	Shapefile

Temática Cartográfica	Escala y/o Resolución	Fuente de la Información	Formato del Archivo
Precipitaciones Total Mensual (1996 - 2016)	---	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)	Excel
Hidrogeología	1: 1000 000	Mapa Hidrogeológico del Perú - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2010)	Shapefile
Fallas Geológicas	1: 50 000	Zonificación Ecológica Económica a Nivel Meso Aprobado el año 2013 Mediante Ordenanza Regional N° 016-2012-CR/GOB.REG.TACNA y Opinión Favorable del MINAM con Oficio N° 155-2013-DGOT-DVMDER.	Shapefile
Modelo de Elevación Digital	30 m	<a href="https://asf.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/alos-palsar-rtc/alos-palsar-radiometric-terrain-correction/">https://asf.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/alos-palsar-rtc/alos-palsar-radiometric-terrain-correction/</a>	Raster
Centros Poblados	Nacional	Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas - Instituto Nacional de Estadística e Informática.	Shapefile
Aeródromos	Nacional	Aeródromos del Perú Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2021). <a href="http://serviciosgeo.mtc.gob.pe/geoservicio/rest/services">http://serviciosgeo.mtc.gob.pe/geoservicio/rest/services</a>	Shapefile
Granjas	---	Ubicación geoespacial de las granjas existentes en la provincia de Tacna - Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA, 2023).	Excel
Áreas Agrícolas	1: 100 000	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2018) Mapa Nacional de Superficie Agrícola del Perú - 2018	Shapefile
Áreas Naturales Protegidas	Nacional	MINAM/Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado Peruano (SERNANP, 2023) <a href="http://geoservicios.sernanp.gob.pe/arcgis/rest/">http://geoservicios.sernanp.gob.pe/arcgis/rest/</a>	Shapefile
Patrimonio Cultural y Arqueológico	Nacional	Ministerio de Cultura (MINCUL, 2023) <a href="https://sigda.cultura.gob.pe/sigda/services">https://sigda.cultura.gob.pe/sigda/services</a>	Shapefile
Comunidades Campesinas	Nacional	Ministerio de Desarrollo Agrario y Cultura (MIDAGRI, 2023) <a href="https://georural.midagri.gob.pe/geoservicios/rest/services/servicios_ogc/Catastro_Rural/MapServer">https://georural.midagri.gob.pe/geoservicios/rest/services/servicios_ogc/Catastro_Rural/MapServer</a>	Shapefile
Catastro Minero	Nacional	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2023) <a href="https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/rest/services/SERV_CATASTRO_MINERO/MapServer">https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/rest/services/SERV_CATASTRO_MINERO/MapServer</a>	Shapefile
Ecosistemas Frágiles	Nacional	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2018) <a href="https://geo.serfor.gob.pe/geoservicios/services/Servicios_OGC/Inventario_Forestal/MapServer/WMSserver">https://geo.serfor.gob.pe/geoservicios/services/Servicios_OGC/Inventario_Forestal/MapServer/WMSserver</a>	Shapefile
Inundación y Movimientos en Masa	1: 300 000	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2023) <a href="http://metadatos.ingemmet.gob.pe:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/cc199dc7-7c91-4cc9-8bf3-cc8d5af143c6">http://metadatos.ingemmet.gob.pe:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/cc199dc7-7c91-4cc9-8bf3-cc8d5af143c6</a>	Shapefile
Dirección y Velocidad del Viento (2003 al 2022)	---	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)	Excel

La recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos permitieron la identificación de los criterios y subcriterios sociambientales y de exclusión para para la ubicación del relleno sanitario, considerando los límites permisibles.

### Identificación de criterios y subcriterios sociambientales y de exclusión

Se determinaron tres criterios socioambientales: Criterio ambiental,

criterio técnico-económico y el criterio social. Asimismo, los subcriterios socioambientales identificados fueron las distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas), la profundidad de la napa freática, las precipitaciones, el uso actual de suelo, la geología del suelo (permeabilidad), la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno, la accesibilidad al área (distancia a vía del acceso principal), la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, la distancia a áreas agrícolas, la incidencia visual y la dirección del viento.

Por otro lado, los criterios de exclusión fueron las áreas naturales protegidas, la superficie del terreno, el patrimonio cultural arqueológico, los terrenos de comunidades campesinas, los peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa, ecosistemas frágiles y concesiones mineras

En la siguiente tabla de muestra los criterios y subcriterios socioambientales, los criterios de exclusión y los límites permisibles de ubicación, basado en los documentos de referencias revisados.

Tabla 10 Criterios y subcriterios sociambientales y de exclusión

<b>Criterios</b>	<b>Subcriterios</b>	<b>Límites permisibles de ubicación</b>	<b>Documento de referencia</b>
Ambiental	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas).	≥ 500 m	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Profundidad de la napa freática	≥ 10 m	Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado" (MINAM, 2008)
	Precipitaciones	< 50 mm Media Anual	Factores ambientales para determinar el área de relleno sanitario en el distrito de San Clemente Pisco (Zuzunaga y Noa, 2020)
	Uso Actual de suelo	Eriazo	Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado" (MINAM, 2008)
Técnico-económico	Geología del suelo (permeabilidad)	< 1x10 <sup>-6</sup> cm/s (Permeabilidad baja a muy baja)	Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado" (MINAM, 2008)
	Distancia a fallas geológicas	≥ 1000 m	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)

<b>Criterios</b>	<b>Subcriterios</b>	<b>Límites permisibles de ubicación</b>	<b>Documento de referencia</b>
	Pendiente del terreno	< 25 %	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Accesibilidad al área (distancia a vía del acceso principal)	< 30 000 m	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
Social	Distancia a centros poblados	≥ 500 m	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	≥ 13 000 m	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	≥ 10 000 m	Decreto Supremo N° 029-2007-AG; Artículo 52 del Anexo 02
	Distancia a áreas agrícolas	≥ 500 m	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Incidencia visual	Zonas no visibles	Evaluación del Impacto Ambiental (Gómez, 2003)
	Dirección del viento	Contraria a la población más cercana	Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales (Resolución Ministerial N° 124-2021-MINAM)
Exclusión	Áreas Naturales Protegidas	Fuera de áreas naturales protegidas	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Superficie del Terreno	Superficie para un tiempo de vida del proyecto de 10 años como mínimo	Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales (Resolución Ministerial N° 124-2021-MINAM)
	Patrimonio Cultural arqueológico	Fuera de áreas de Patrimonio Cultural arqueológico	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Terrenos de comunidades campesinas	Fuera de terrenos de comunidades campesinas	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)

<b>Criterios</b>	<b>Subcriterios</b>	<b>Límites permisibles de ubicación</b>	<b>Documento de referencia</b>
	Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa	Fuera de áreas susceptibles a peligros por inundación y movimientos en masa	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Ecosistemas Frágiles	Fuera de área de ecosistemas frágiles	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)
	Concesiones mineras	Fuera de áreas de concesiones mineras	Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales (Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM)

### **Definición de los niveles de importancias de los criterios y subcriterios sociambientales**

En este apartado se presentan los resultados de los niveles de importancias locales y globales de los criterios y subcriterios socioambientales. Dado que las entrevistas a los tres especialistas se realizaron de forma individual, se procedió a unificar los resultados a través de un promedio geométrico. A continuación, se presentan los resultados de este procedimiento.

#### **- Importancias locales de los criterios socioambientales**

Para obtener los resultados de este apartado, se llevó a cabo una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?

Tabla 11 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico*  
*Criterios Socioambientales*

<b>Criterios</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Técnico-económico</b>	<b>Social</b>
Ambiental	1.000	3.557	0.776
Técnico-económico	0.281	1.000	0.382
Social	1.289	2.621	1.000
<b>Vector Suma</b>	<b>2.570</b>	<b>7.178</b>	<b>2.157</b>

Tabla 12 *Matriz de normalización – Promedio geométrico*  
*Criterios Socioambientales*

Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Ambiental	0.389	0.496	0.360	0.415	41.50
Técnico-económico	0.109	0.139	0.177	0.142	14.20
Social	0.502	0.365	0.464	0.443	44.30
<b>Vector Suma</b>	<b>2.570</b>	<b>7.178</b>	<b>2.157</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 13 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico*  
*Criterios Socioambientales*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	3.042	3	2		
3.042	0.021		0.58	0.036	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)				

Tabla 14 *Importancia locales de los criterios socioambientales*

Criterio Sociambiental	Importancia local de los criterios socioambientales
Importancia del Criterio Ambiental	41.5%
Importancia del Criterio Técnico-económico	14.2%
Importancias del Criterio Social	44.3%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

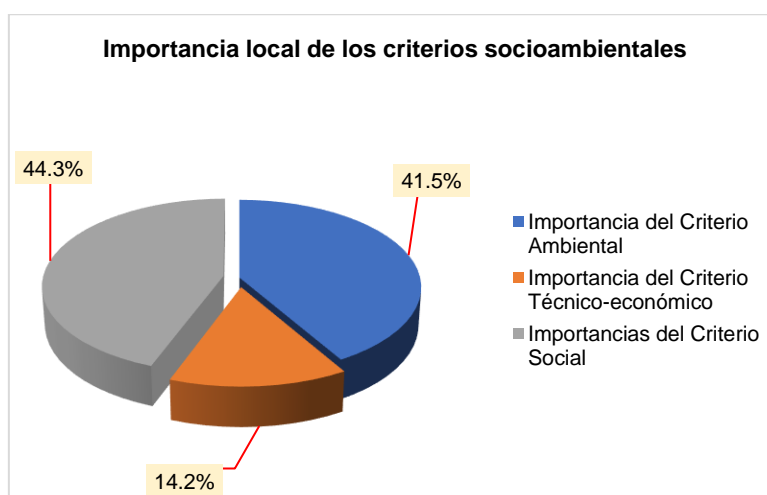


Figura 7. Importancia local de los criterios socioambientales

Del gráfico se tiene que el nivel de importancia local de los criterios socioambientales tienen el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra el criterio social con un peso de 44.30%, seguido del criterio ambiental con 41.50% y finalmente con un peso de 14.20% se tiene al criterio técnico-económico.

**- Importancias locales de los subcriterios ambientales**

La obtención de resultados, se llevo a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?

Tabla 15 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico subcriterios ambientales*

Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1	0.420	1.710
Profundidad de la napa freática	2.381	1	5.130
Precipitaciones	0.585	0.195	1
<b>Vector Suma</b>	<b>3.966</b>	<b>1.615</b>	<b>7.840</b>

Tabla 16 *Matriz de normalización – Promedio geométrico subcriterios ambientales*

Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	0.252	0.260	0.218	0.243	24.34
Profundidad de la napa freática	0.600	0.619	0.654	0.625	62.46
Precipitaciones	0.148	0.121	0.128	0.132	13.2
<b>Vector Suma</b>	<b>3.966</b>	<b>1.615</b>	<b>7.840</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>



Tabla 17 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico subcriterios ambientales*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	3.009	3	2		
3.009	0.004			0.007	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		0.58		

Tabla 18 *Importancia locales de los subcriterios ambientales*

Subcriterios Ambientales	Importancia local de los subcriterios ambientales
Importancia de la distancia a fuentes de aguas superficiales	24.34%
Importancia de la profundidad de la napa freática	62.46%
Importancia de las Precipitaciones	13.20%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

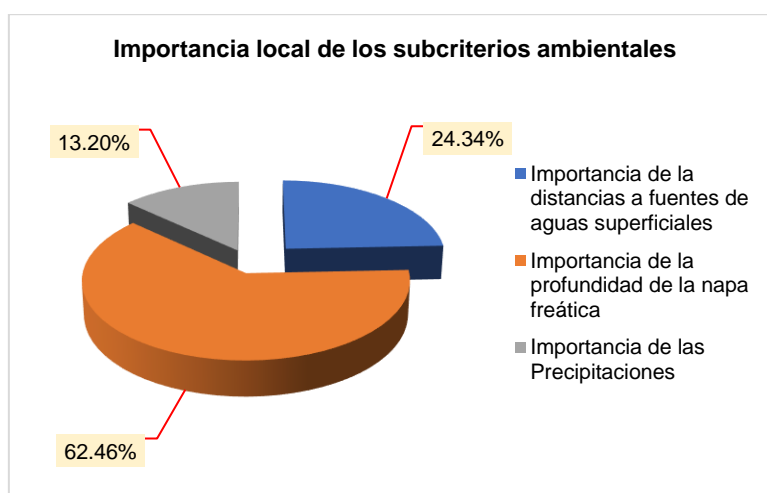


Figura 8. Importancia local de los subcriterios ambientales

Del gráfico se tiene que el nivel de importancia local de los subcriterios ambientales tienen el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra la profundidad de la napa freática con un peso de 62.46%, seguido de la distancia a fuentes de agua superficial con 24.34% y finalmente con un peso de 13.20% se tiene al nivel de precipitaciones.

- **Importancias locales de los subcriterios técnicos-económicos**

La obtención de resultados, se llevo a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?

Tabla 19 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico subcriterios técnicos-económicos*

Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno
Geología del suelo (Permeabilidad)	1	0.693	1.386
Distancia a fallas geológicas	1.443	1	2.621
Pendiente del terreno	0.721	0.382	1
<b>Vector Suma</b>	<b>3.164</b>	<b>2.075</b>	<b>5.007</b>

Tabla 20 *Matriz de normalización – Promedio geométrico subcriterios técnicos-económicos*

Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Geología del suelo (Permeabilidad)	0.316	0.334	0.277	0.309	30.89
Distancia a fallas geológicas	0.456	0.482	0.523	0.487	48.72
Pendiente del terreno	0.228	0.184	0.200	0.204	20.39
<b>Vector Suma</b>	<b>3.164</b>	<b>2.075</b>	<b>5.007</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 21 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico subcriterios técnicos-económicos*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	3.009	3	2		
3.009	0.005			0.008	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		0.58		

Tabla 22 *Importancia locales de los subcriterios técnicos-económicos*

Subcriterios Técnicos económicos	Importancia local de los subcriterios técnicos- económicos
Importancia de geología del suelo (Permeabilidad)	30.89%
Importancia de la distancias a fallas geológicas	48.72%
Importancia de la Pendiente	20.39%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

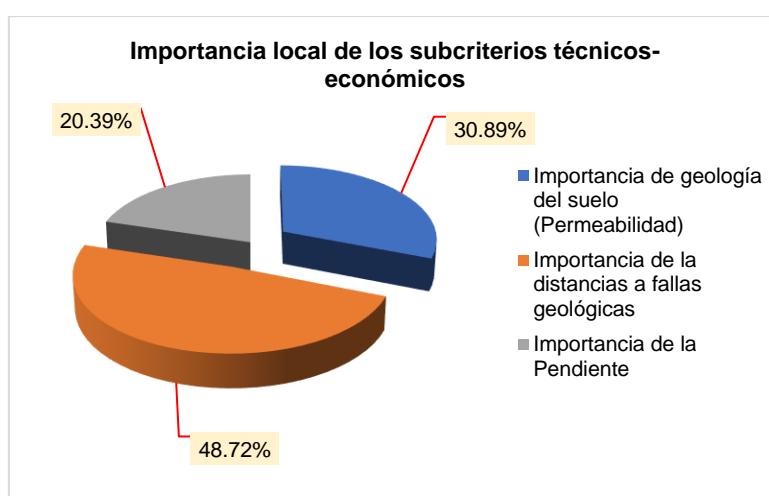


Figura 9. Importancia local de los subcriterios técnicos-económicos

Del gráfico se tiene que el nivel de importancia local de los subcriterios técnicos-económicos tienen el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra la distancia a fallas geológicas con un peso de 48.72%, seguido de la permeabilidad con 30.89% y finalmente con un peso de 20.39% se tiene la pendiente con un peso de 20.39%.

- **Importancias locales de los subcriterios sociales**

La obtención de resultados, se llevo a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?

Tabla 23 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico subcriterios sociales*

Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual
Distancia a centros poblados	1.000	2.370	2.080	2.080	3.271
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.422	1.000	0.754	1.145	1.442
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.480	1.326	1.000	2.080	2.714
Distancia áreas agrícolas	0.480	0.873	0.480	1.000	1.358
Incidencia Visual	0.306	0.693	0.368	0.737	1.000
<b>Vector Suma</b>	<b>2.688</b>	<b>6.263</b>	<b>4.683</b>	<b>7.041</b>	<b>9.785</b>

Tabla 24 *Matriz de normalización – Promedio geométrico subcriterios sociales*

Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Distancia a centros poblados	0.372	0.379	0.444	0.295	0.334	0.365	36.49
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.157	0.160	0.161	0.163	0.147	0.157	15.75
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.179	0.212	0.214	0.295	0.277	0.235	23.54
Distancia áreas agrícolas	0.179	0.139	0.103	0.142	0.139	0.140	14.03
Incidencia Visual	0.114	0.111	0.079	0.105	0.102	0.102	10.20
<b>Vector Suma</b>	<b>2.688</b>	<b>6.263</b>	<b>4.683</b>	<b>7.041</b>	<b>9.785</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 25 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico subcriterios sociales*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	5.055	5	4		
5.055	0.014			0.012	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		1.12		

Tabla 26 *Importancia locales de los subcriterios sociales*

Subcriterios Sociales	Importancia local de los subcriterios sociales
Importancia de distancia a centros poblados	36.49%
Importancia de distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	15.75%
Importancia de distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	23.54%
Importancia de distancias a áreas agrícolas	14.03%
Importancia de Incidencia Visual	10.19%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

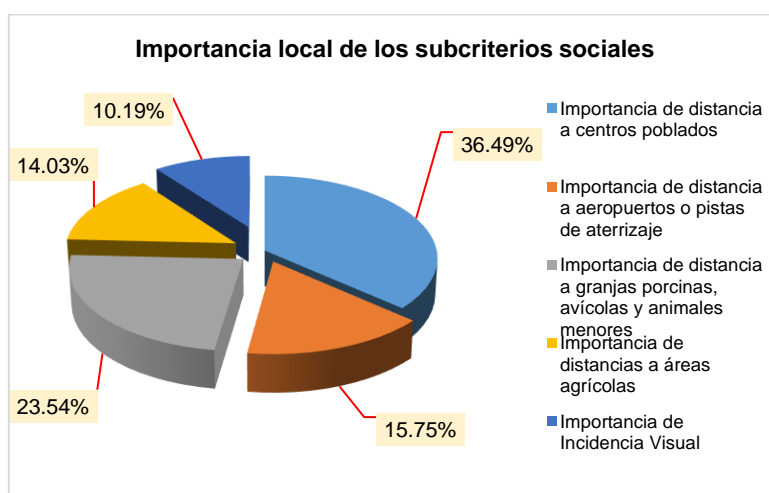


Figura 10. Importancia local de los subcriterios sociales

Del gráfico se tiene que el nivel de importancia local de los subcriterios sociales tienen el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra la distancia a centros poblados con un peso de 36.49%, seguido de la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores con 23.54%, continua la distancia a aeropuertos con 15.75%, seguidamente viene la distancia a áreas agrícolas con

14.03% y finalmente con un peso de 10.19% se tiene a la incidencia visual.

- **Importancias globales de los subcriterios sociambientales**

Las importancias globales de los subcriterios socioambientales se obtuvieron mediante la multiplicación de las importancias locales de los subcriterios por las importancias locales de los criterios.

Tabla 27 *Importancias globales de los subcriterios sociambientales*

CRITERIO	IMPORTANCIA DEL CRITERIO (IC)	SUBCRITERIO	IMPORTANCIA DEL SUBCRITERIO (ISC)	IMPORTANCIA GLOBAL IG = ICxISC	IMPORTANCIA GLOBAL (%)
Ambiental	0.415	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	0.243	0.101	10.085
	0.415	Profundidad de la napa Freática	0.625	0.259	25.938
	0.415	Precipitaciones	0.132	0.055	5.478
<b>Suma Parcial</b>				<b>0.415</b>	<b>41.50</b>
Técnico-económico	0.142	Geología del suelo (Permeabilidad)	0.309	0.044	4.388
	0.142	Distancia a fallas geológicas	0.487	0.069	6.915
	0.142	Pendiente del terreno	0.204	0.029	2.897
<b>Suma Parcial</b>				<b>0.142</b>	<b>14.20</b>
Social	0.443	Distancia a centros poblados	0.365	0.162	16.164
	0.443	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.157	0.070	6.977
	0.443	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.235	0.104	10.426
	0.443	Distancia áreas agrícolas	0.140	0.062	6.216
	0.443	Incidencia Visual	0.102	0.045	4.517
<b>Suma Parcial</b>				<b>0.443</b>	<b>44.30</b>
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>1.000</b>	<b>100.0</b>

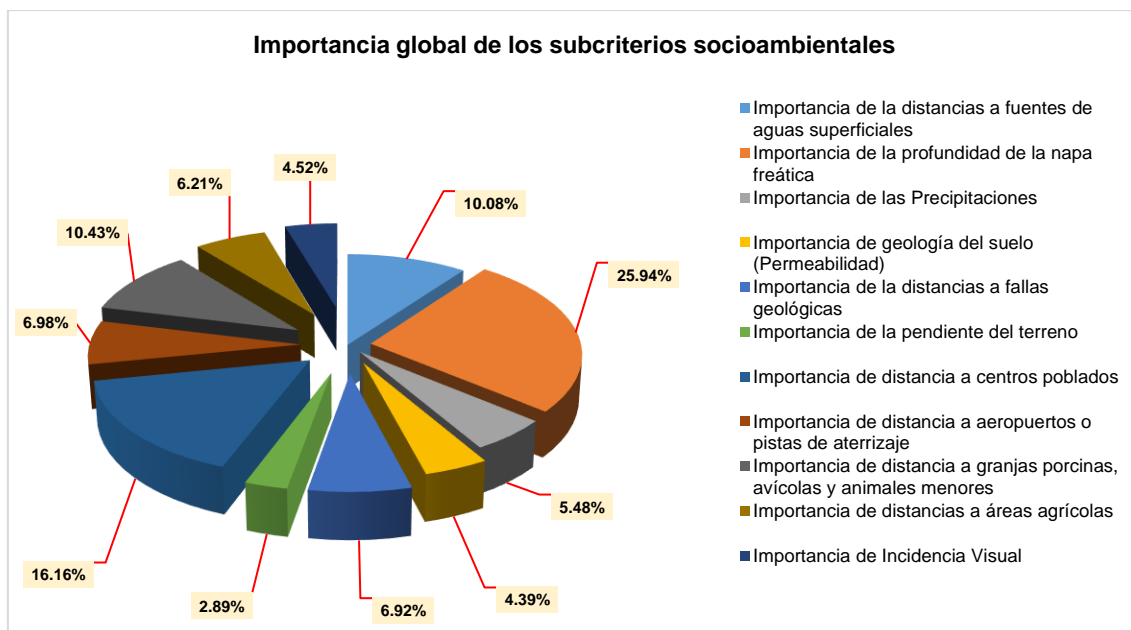


Figura 11. Importancia global de los subcriterios sociambientales

Del gráfico se observa que el nivel de importancia global de los subcriterios sociambientales, en la primera etapa de gabinete, tienen el siguiente orden: En primer lugar, la profundidad de la napa freática con un peso de 25.94%, le sigue la distancia a centros poblados con el 16.16%, continúa la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores con el 10.43%, seguidamente la distancia a fuentes de aguas superficiales con 10.08%, continúa la distancia a aeropuertos con 6.98%, seguido de la distancia a fallas geológicas 6.92%, continúa la distancia a áreas agrícolas con 6.21%, seguido de el nivel de precipitaciones con el 5.48%, continúa el la incidencia visual con 4.52%, seguidamente viene la permeabilidad con 4.39% y finalmente se tiene con un peso de 2.89% a la pendiente del terreno.

### **Distribución espacial de los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales**

En este apartado se presentarán los resultados de la distribución espacial de lo niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales. Esto tendrá lugar mediante la superposición de mapas e integración de las importancias globales de los subcriterios socioambientales. Asimismo, antes de abordar el objetivo central de esta sección, se mostrarán los resultados de la delimitación y representación gráfica de las zonas potenciales y no potenciales correspondientes a cada de los subcriterios socioambientales.

- **Delimitación de las zonas potenciales y no potenciales de los subcriterios socioambientales para la ubicación del relleno sanitario**

Para delimitar las zonas potenciales y no potenciales, se consideraron los subcriterios identificados y sus respectivos límites permisibles de ubicación.

**Delimitación de las distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)**

Para garantizar la protección de las fuentes de aguas superficiales, las zonas potenciales para la ubicación del relleno sanitario deben encontrarse a distancias mayores o iguales a 500 metros. Para delimitar estas zonas, se utilizó el programa ArcGIS y su herramienta de geoprocésamiento. Se seleccionó la opción "buffer" y se cargó el archivo shapefile que contenía la información de los ríos y quebradas. Se estableció un valor de 500 en la opción "Distance", asegurando que las unidades estuvieran expresadas en metros.

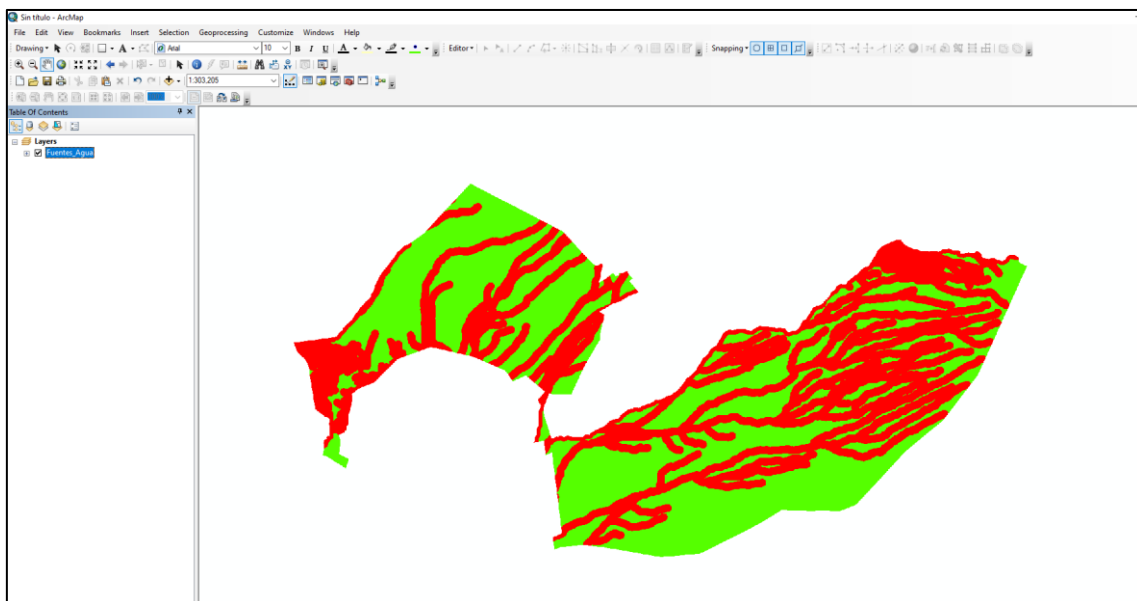


Figura 12. Zonas potenciales y no potenciales (fuentes de agua superficiales)

**Profundidad de la napa freática**

Las zonas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario deben tener una profundidad de la napa freática igual o superior a 10 metros. Con el fin de realizar esta delimitación, se aplicó una técnica de interpolación mediante la herramienta "IDW", ubicada en el Toolset "Interpolation" dentro del Toolbox "Spatial Analyst Tools" en la ventana Arctoolbox del programa ArcGIS. Seguidamente a las zonas cuyos niveles freáticos eran menores a 10 metros se les asignó el valor cero "0" y aquellos superiores a 10 m se les asignó el valor uno



“1”.

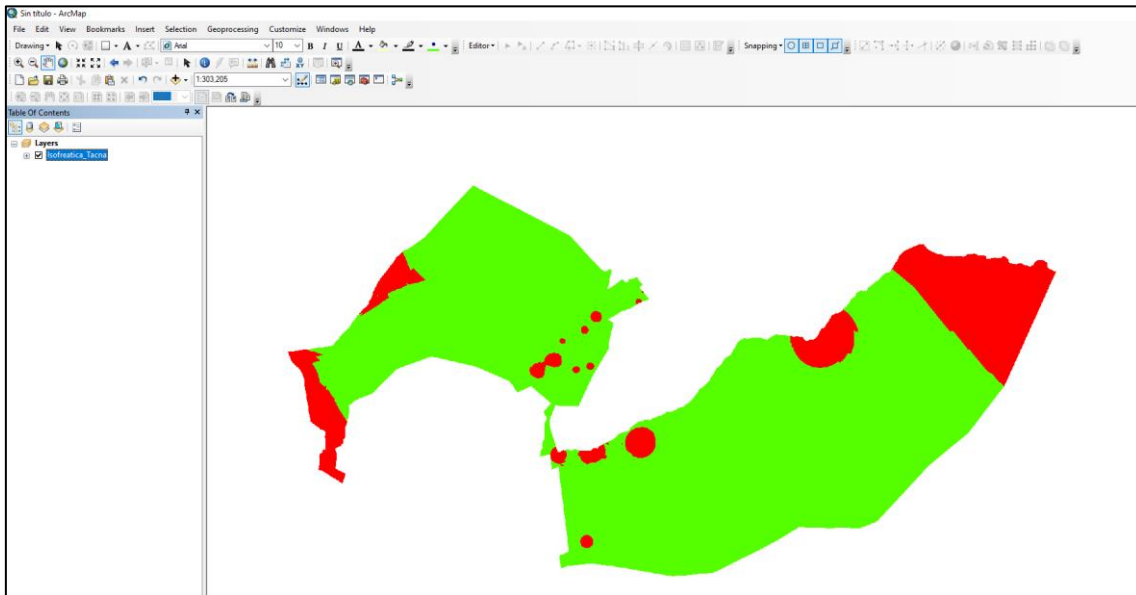


Figura 13. Zonas potenciales y no potenciales (napa freática)

## Precipitaciones

Para delimitar las zonas con precipitaciones anuales promedio inferior a 50 mm, se utilizó información de precipitación recopilada durante un periodo de 20 años (1996 al 2016) de 21 estaciones meteorológicas ubicadas en la región Tacna. Con el fin de realizar esta delimitación, se aplicó una técnica de interpolación mediante la herramienta "Spline", ubicada en el Toolset "Interpolation" dentro del Toolbox "Spatial Analyst Tools" en la ventana ArcToolbox del programa ArcGIS. El resultado fue un raster con diferentes valores de precipitaciones.

Posteriormente, se procedió a reclasificar el raster para identificar únicamente las zonas con precipitaciones inferiores a 50 mm. Se asignó el valor "1" a las entidades que representaban dichas zonas, mientras que se asignó el valor "0" al resto. La reclasificación se realizó a través de la herramienta "Reclassify" en el Toolset "Reclass" del Toolbox "Spatial Analyst Tools".

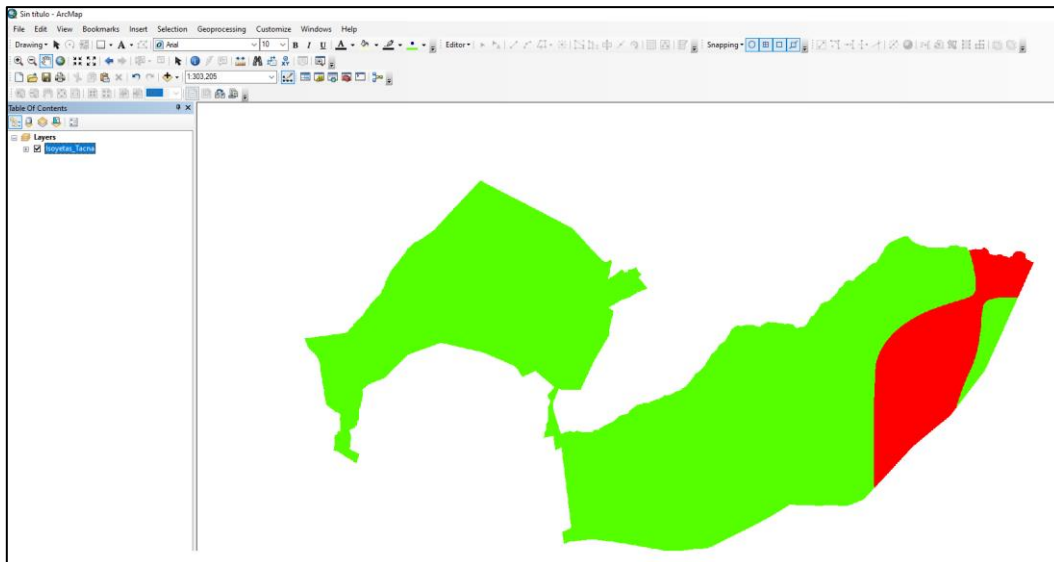


Figura 14. Zonas potenciales y no potenciales (precipitaciones)

### Geología del suelo (permeabilidad)

Se buscó identificar zonas potenciales con baja a muy baja permeabilidad para la ubicación del relleno sanitario. En el shapefile de hidrogeología del distrito de Tacna, se agregó el campo "value" a la tabla de atributos del shapefile y se asignó el valor "1" a las entidades que representaban áreas con dicha permeabilidad, y "0" a las demás. Luego, utilizando la herramienta de geoprocésamiento del programa ArcGIS, se incorporó en la herramienta "Dissolve" el archivo shapefile de permeabilidad, asegurándose de que se aplique al campo "value".

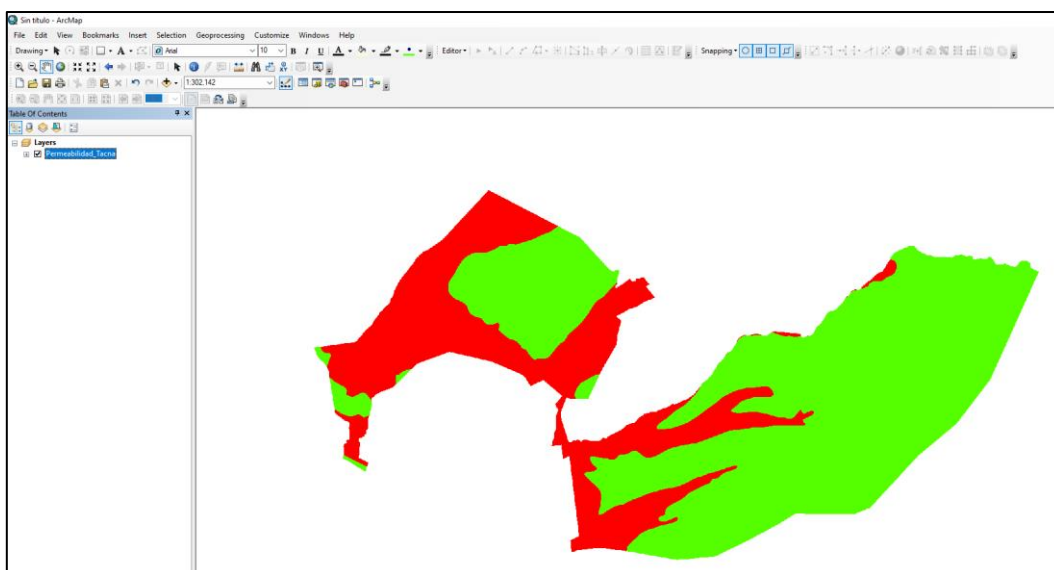


Figura 15. Zonas potenciales y no potenciales (permeabilidad)

## Distancia a fallas geológicas

Se determinaron las zonas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario considerando una distancia superior o igual de 1000 metros a las fallas geológicas. Para ello, se utilizó la herramienta de geoprocésamiento del programa ArcGIS. Se seleccionó la opción "buffer" y se cargó el archivo shapefile con la información de las fallas geológicas. Se estableció un valor de 1000 en la opción "Distance", garantizando que las unidades fueran expresadas en metros.

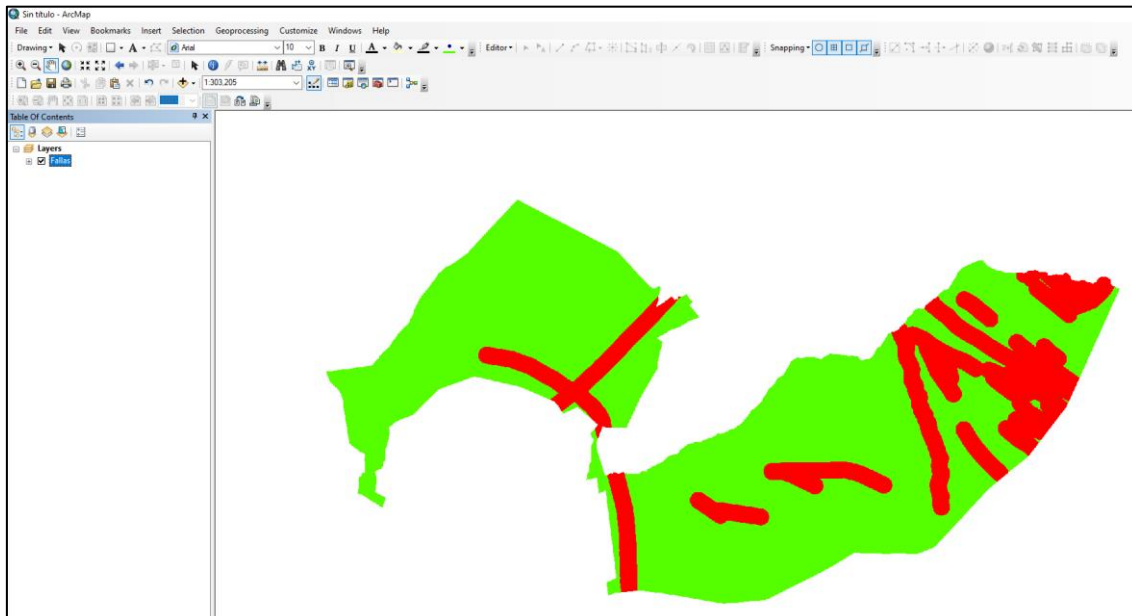


Figura 16. Zonas potenciales y no potenciales (distancia fallas geológicas)

## Pendiente del terreno

Para delimitar las áreas con pendientes menores a 25% se usó un modelo de elevación digital de 30 metros de resolución. Se ingresó a la ventana ArcToolbox del programa Arcgis, se seleccionó el Toolbox "Spatial Analyst Tools", se accedió al Toolset "Surface" y se aplicó la herramienta "Slope". El resultado fue un raster con diferentes valores de pendientes. Dado que únicamente se requería zonas cuyas pendientes sean menores al 25%, se procedió a reclasificar el raster, asignando el valor uno "1" a las entidades que representaban zonas con dichas pendientes y cero "0" a las demás. La reclasificación se realizó a través de la herramienta "Reclassify" en el Toolset "Reclass" del "Spatial Analyst Tools".

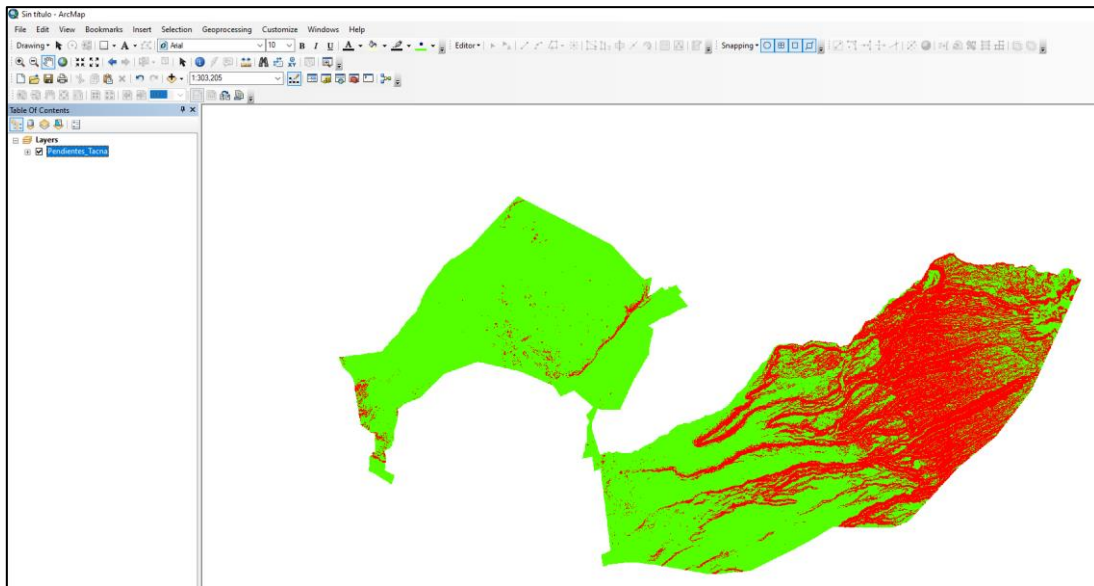


Figura 17. Zonas potenciales y no potenciales (pendiente del terreno)

### Distancia a centros poblados

Se determinaron las zonas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario considerando distancias superiores o iguales a 500 metros de los centros poblados. Utilizando el programa ArcGIS y su herramienta de geoprocésamiento, se aplicó la opción "buffer" al archivo shapefile que contenía la información de los centros. Se estableció un valor de 500 en la opción "Distance" para delimitar estas zonas, asegurando que las unidades estuvieran expresadas en metros.

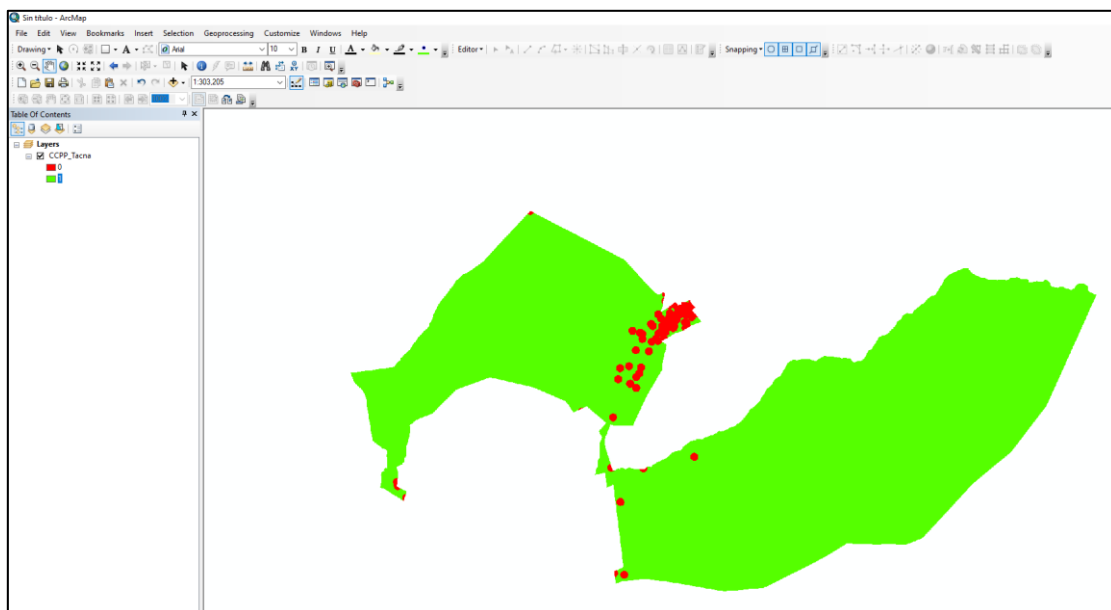
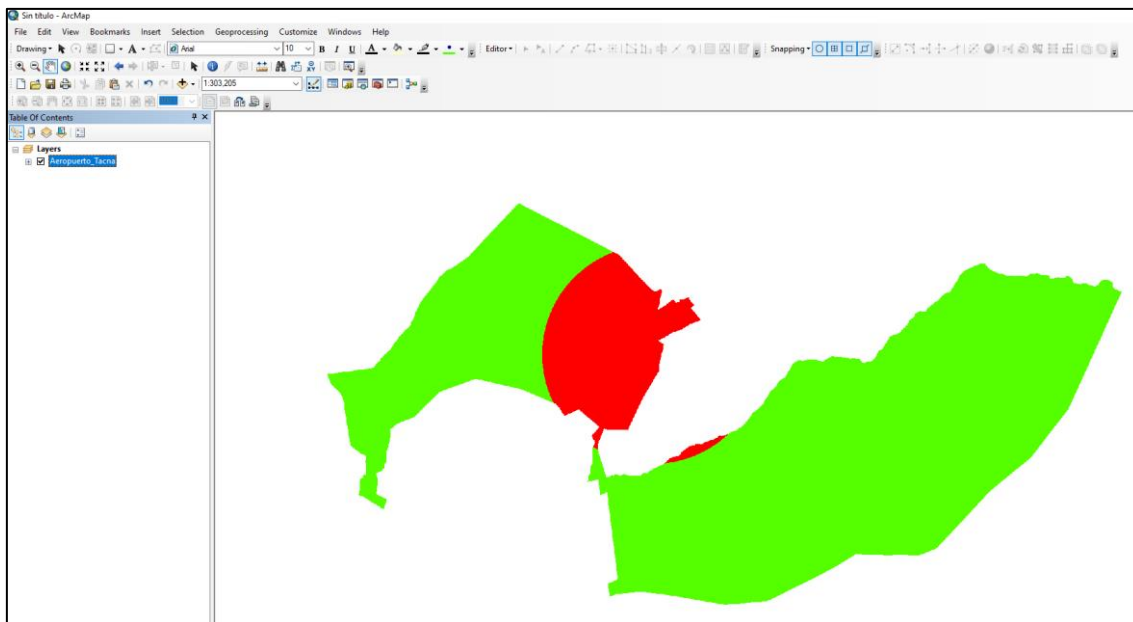


Figura 18. Zonas potenciales y no potenciales (distancias a centros poblados)

## **Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje**

Se determinaron las zonas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario considerando distancias superiores o iguales a 13000 metros de aeropuertos o pistas de aterrizaje. Utilizando el programa ArcGIS y su herramienta de geoprocésamiento, se aplicó la opción "buffer" al archivo shapefile que contenía la información de los aeropuertos, con un valor de 13000 en la opción "Distance" para delimitar estas zonas, asegurando que las unidades estuvieran expresadas en metros.



*Figura 19.* Zonas potenciales y no potenciales (distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje)

## **Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores**

Se determinaron las zonas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario considerando distancias superiores o iguales a 10000 metros de granjas porcinas, avícolas y animales menores. Para esto se utilizó la herramienta de geoprocésamiento del programa Arcgis y se aplicó la opción "buffer" al archivo shapefile que contenía la información de ubicación de granjas porcinas, avícolas y animales menores. Se estableció un valor de 10000 en la opción "Distance" para delimitar estas zonas, asegurando que las unidades estuvieran expresadas en metros.

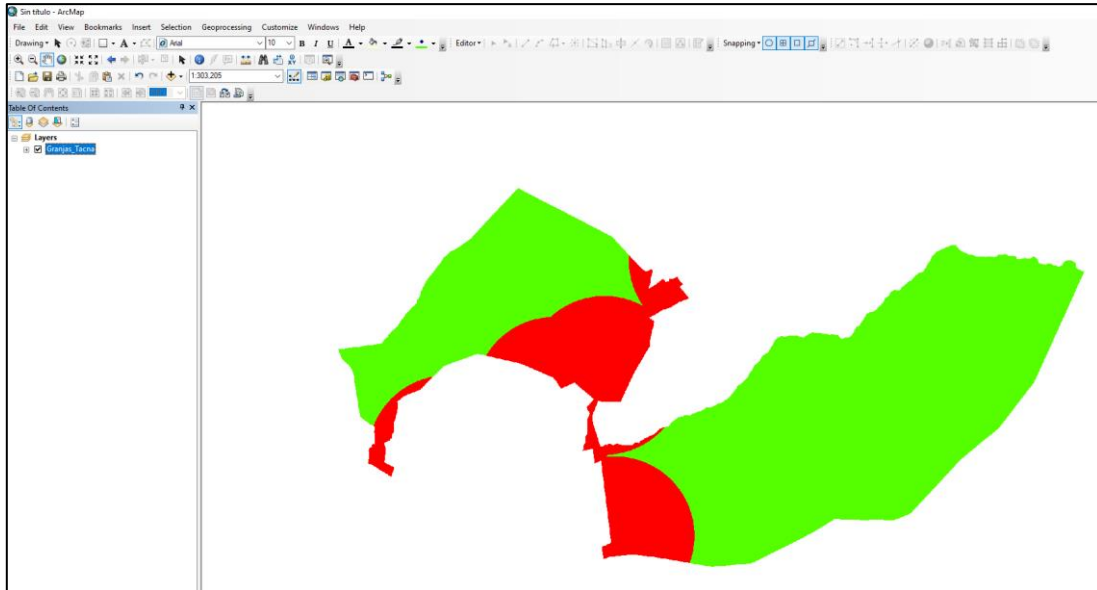


Figura 20. Zonas potenciales y no potenciales (distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores)

### **Distancia a áreas agrícolas**

Se determinaron las zonas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario considerando distancias superiores o iguales a 500 metros de las áreas agrícolas. Para esto se utilizó la herramienta de geoprocésamiento del programa Arcgis y se aplicó la opción "buffer" al archivo shapefile que contenía la información de las áreas agrícolas. Se estableció un valor de 500 en la opción "Distance" para delimitar estas zonas, asegurando que las unidades estuvieran expresadas en metros.

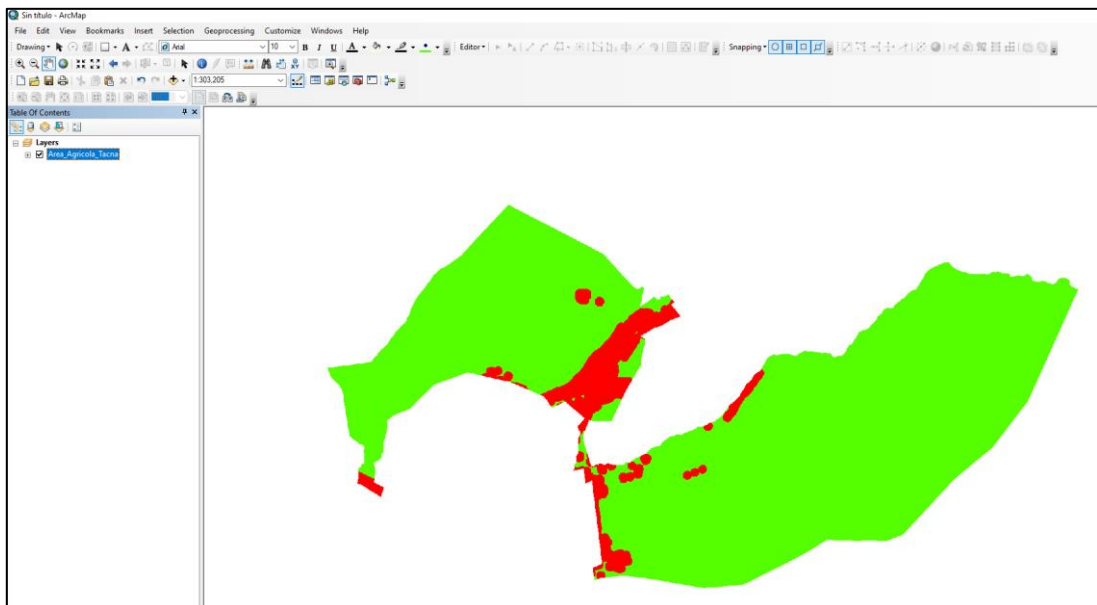


Figura 21. Zonas potenciales y no potenciales (distancia a áreas agrícolas)

## Incidencia visual

El proceso de identificación de las zonas potenciales para la ubicación del relleno sanitario se basó en la delimitación de las zonas no visibles, es decir, aquellas áreas que no pueden ser vistas desde ningún punto de observación poblacional. Para llevar a cabo este procedimiento se usó un modelo de elevación digital de 30 metros de resolución y el shapefile de centros poblados. Ambos archivos fueron ingresados al entorno de trabajo de la herramienta "Viewshed", ubicada en el Toolset "Surface" dentro del Toolbox "Spatial Analyst Tools" en la ventana ArcToolbox del programa ArcGIS. El resultado fue un raster en el que los valores de los píxeles eran "1" para las zonas no visibles y "0" para las zonas visibles.

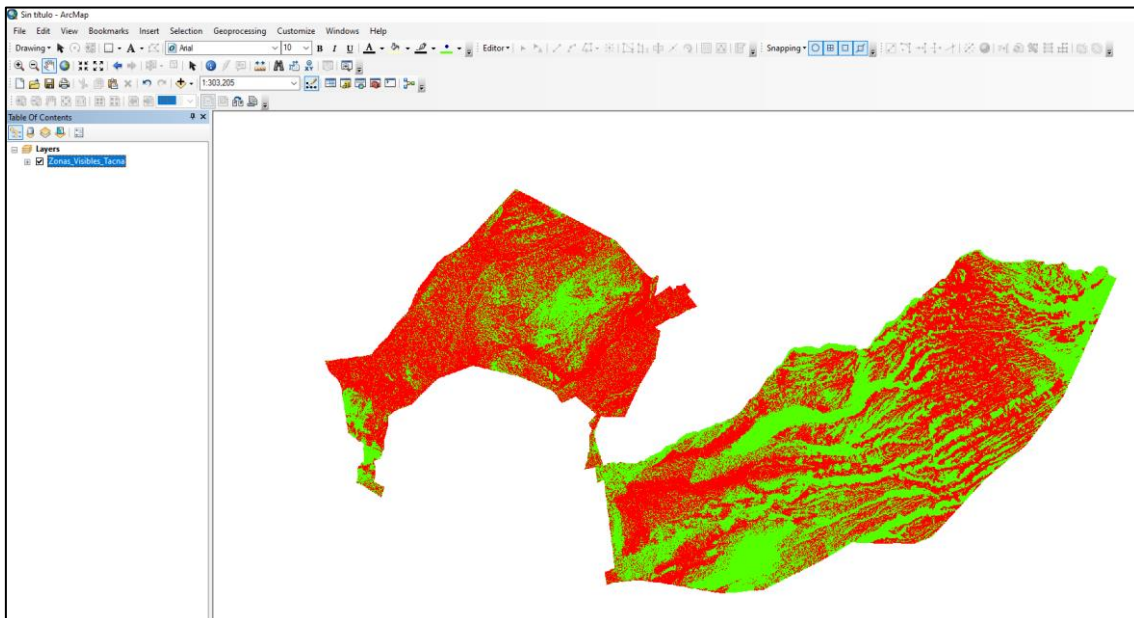


Figura 22. Zonas potenciales y no potenciales (incidencia visual)

### - Representación gráfica de las zonas potenciales y no potenciales de los subcriterios socioambientales para la ubicación del relleno sanitario

El proceso se inició convirtiendo los shapefiles, obtenidos en los pasos anteriores, a formato raster. Para lograrlo se utilizó la herramienta "Feature to Raster" ubicada en el Toolset "To Raster" del Toolbox "Conversion Tools" en ArcGIS 10.8. A continuación, se asignó el valor cero "0" a las zonas no potenciales, es decir, aquellas que no cumplían con los límites permisibles de ubicación, y el valor uno "1" a las zonas potenciales (Altamirano, 2019). La asignación de los valores cero "0" y uno "1" se basa en la lógica Booleana, que indica que "cualquier variable o expresión solo puede interpretarse con uno de

los dos valores posibles, representados generalmente por 1 (verdadero) y 0 (falso)" (Sanchez, 2011).

### - Superposición de mapas e integración de las importancias globales de los subcriterios socioambientales

La superposición de mapas permitió la representación gráfica de la distribución espacial de los niveles de importancia de los subcriterios socioambientales. Este proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de las importancias globales de los subcriterios seleccionados a las áreas que representaban las zonas potenciales para la ubicación del relleno sanitario. Seguidamente, las áreas que dieron como resultados fueron categorizadas como zonas no aceptables, moderadamente aceptables y aceptables para la ubicación del relleno sanitario.

A continuación, se explicará los pasos a seguir para la obtención de los resultados.

#### Primero:

Se abrió el programa arcgis 10.8 y se cargó en el espacio de trabajo los archivos raster a utilizar. Seguidamente, se procedió a asignar las importancias globales para cada subcriterio mediante multiplicaciones utilizando el álgebra de mapas. Para ejecutar este procedimiento, se seleccionó la ventana "ArcToolbox". Posteriormente, se ingresó al Toolbox "Spatial Analyst Tools", se hizo clic en el Toolset "Map Algebra" y finalmente se abrió la herramienta "Raster Calculator".

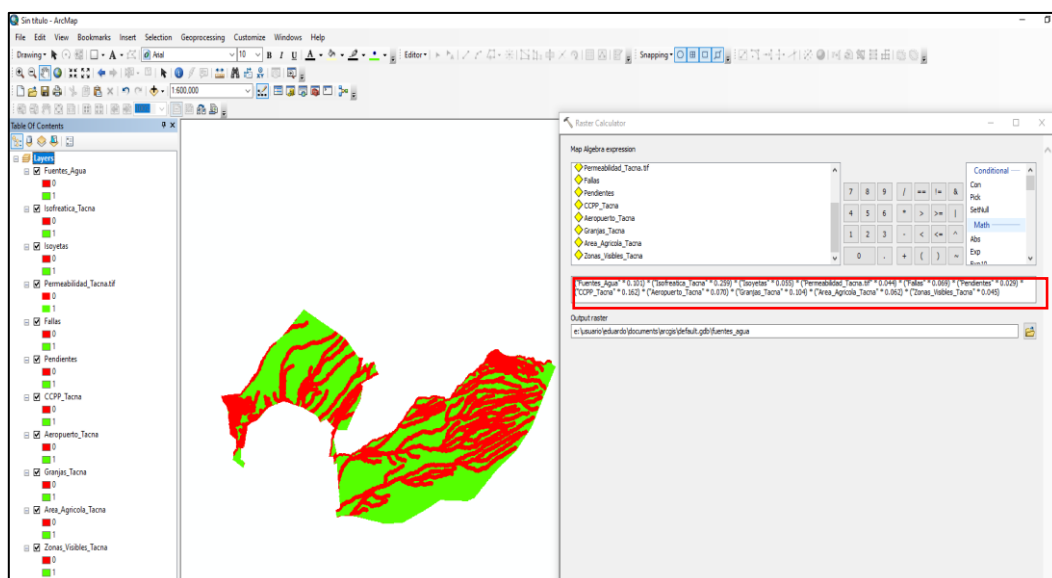


Figura 23. Superposición de mapas y asignación de importancias globales



A partir de este procedimiento, se obtuvo como resultado un raster cuyos pixeles tenían valores que oscilaban de 0 a 4.16806.

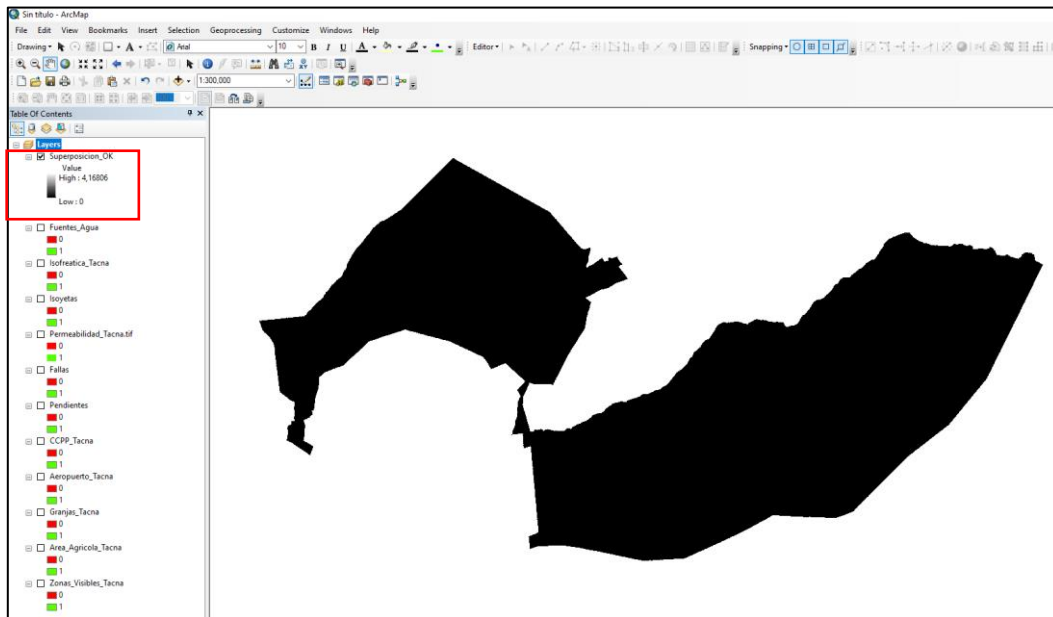


Figura 24. Raster ponderado (distribución de los niveles de importancias)

## Segundo:

El raster obtenido en el paso anterior fue reclasificado en tres intervalos:  $<0 - 0.883]$ ;  $<0.883 - 2.730]$  y  $<2.730 - 4.168]$ , los cuales representaron las áreas no aceptables, moderadamente aceptables y aceptables respectivamente. Para realizar la reclasificación, se siguieron los siguientes pasos: Primero, se seleccionó la ventana "ArcToolbox". Luego, se accedió al Toolbox "Spatial Analyst Tools" y se hizo clic en el Toolset "Reclass". Finalmente, se abrió la herramienta "Reclassify".

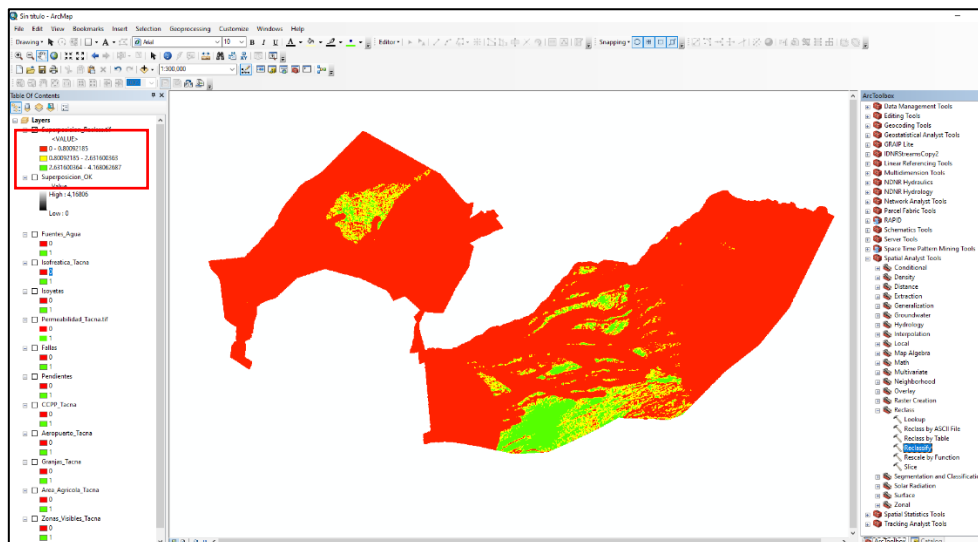


Figura 25. Raster ponderado reclasificado (distribución de los niveles de importancias)

### Tercero:

Se extrajeron las áreas que correspondían al intervalo de valores más altos (<2.730 – 4.168]), es decir, aquellas áreas que presentaron las ponderaciones más altas.

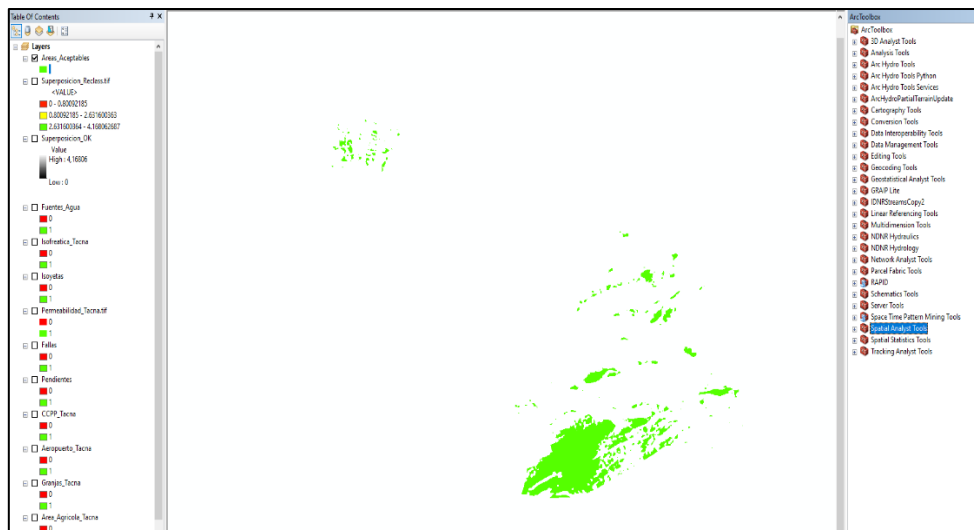


Figura 26. Áreas aceptables

### Representación, superposición y descarte de las áreas aceptables con los criterios de exclusión

El objetivo fue excluir aquellas áreas que no cumplan con la superficie requerida para el relleno sanitario y que también podrían ser susceptibles a desastres naturales como inundaciones y/o movimientos en masa o aquellas que son relevantes debido a su importancia arqueológica, patrimonial y/o histórica. Asimismo, también fueron excluidas las áreas naturales protegidas, sus zonas de amortiguamiento y áreas que presenten ecosistemas frágiles. Finalmente, también se consideraron como criterios de exclusión a los terrenos pertenecientes a comunidades campesinas y concesiones mineras.

#### - Superposición de las áreas aceptables con los criterios de exclusión

Es importante recalcar que, entre todas las áreas de exclusión seleccionadas, solo hubo intersección con las zonas susceptibles a inundación. Estas áreas han sido clasificadas por el INGENMET en niveles de riesgo altos, medios, bajos y muy bajos. La figura siguiente muestra la superposición de las áreas aceptables con las zonas susceptibles a inundación.



- **Descarte de las áreas que no cumplan con la superficie requerida para el relleno sanitario**

El objetivo de este apartado es presentar los resultados de excluir aquellas áreas que no cumplen con la superficie requerida para la ubicación del relleno sanitario y sus obras complementarias. Este proceso se llevo en base al calculo de la superficie estimada, la cual fue de 42 Ha.

**Primero:**

Se calcularon las áreas de las zonas aceptables para descartar aquellas cuyas superficies fueran inferiores a 42 Ha. Esto se hizo con el objetivo de cumplir con el requisito de vida útil del terreno, el cual debe ser de al menos 10 años. De este proceso se identifico que 100 de las 114 áreas aceptables tenían superficies menores a 42 Ha, es por ello que fueron descartadas. A continuación, se presenta las áreas resultantes de este procedimiento.

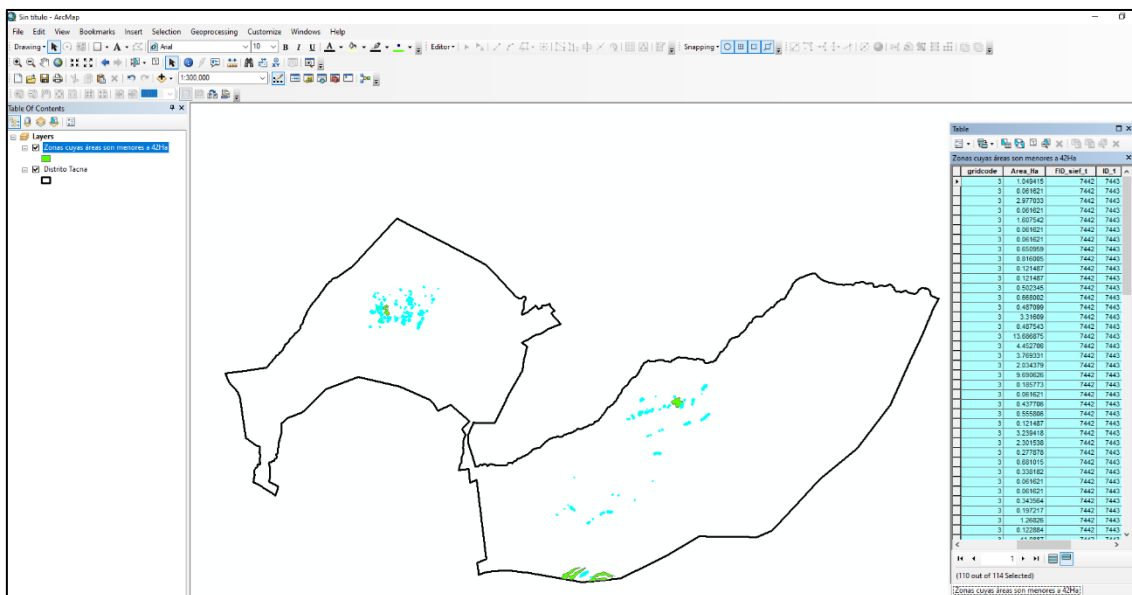


Figura 29. Selección de las zonas con áreas menores a 42 Ha.

**Segundo:**

Se seleccionaron únicamente 4 áreas con superficies superiores a 42 Ha, las cuales se consideran las alternativas y serán evaluadas en la siguiente etapa de la investigación. A continuación, se presenta las áreas resultantes de este proceso.

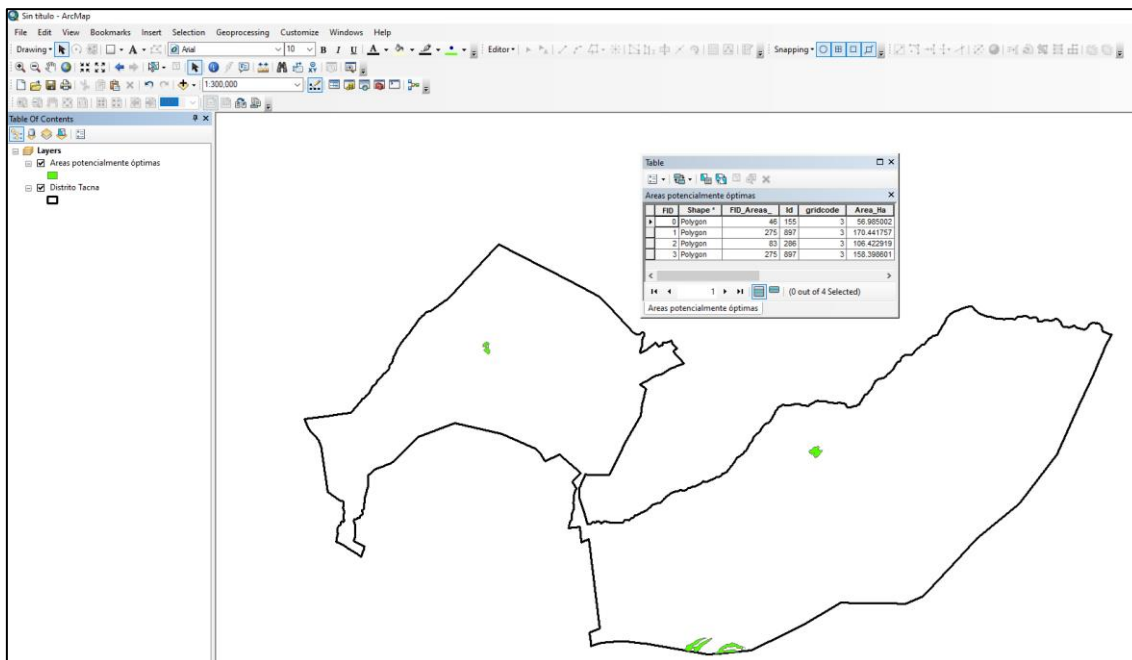


Figura 30. Alternativas

Tabla 28 Resumen de las alternativas

Alternativas	Área (Ha)	Perímetro (mL)
Alternativa 01	56.99	5231.96
Alternativa 02	106.42	4970.79
Alternativa 03	170.43	11888.87
Alternativa 04	158.32	12098.60

### 5.1.2. Etapa de campo

La etapa de campo estuvo orientada a evaluar las características de uso actual del suelo, accesibilidad de las áreas y la posible afectación de centros poblados que se encuentren a sotavento de las alternativas.

#### Uso actual de suelo

Del trabajo de campo se identificó que todas las alternativas presentaron suelos sin uso y/o improductivos y sin cobertura vegetal.



Figura 31. Alternativa 01



Figura 32. Alternativa 02. Tomado de Google Earth, 2019.

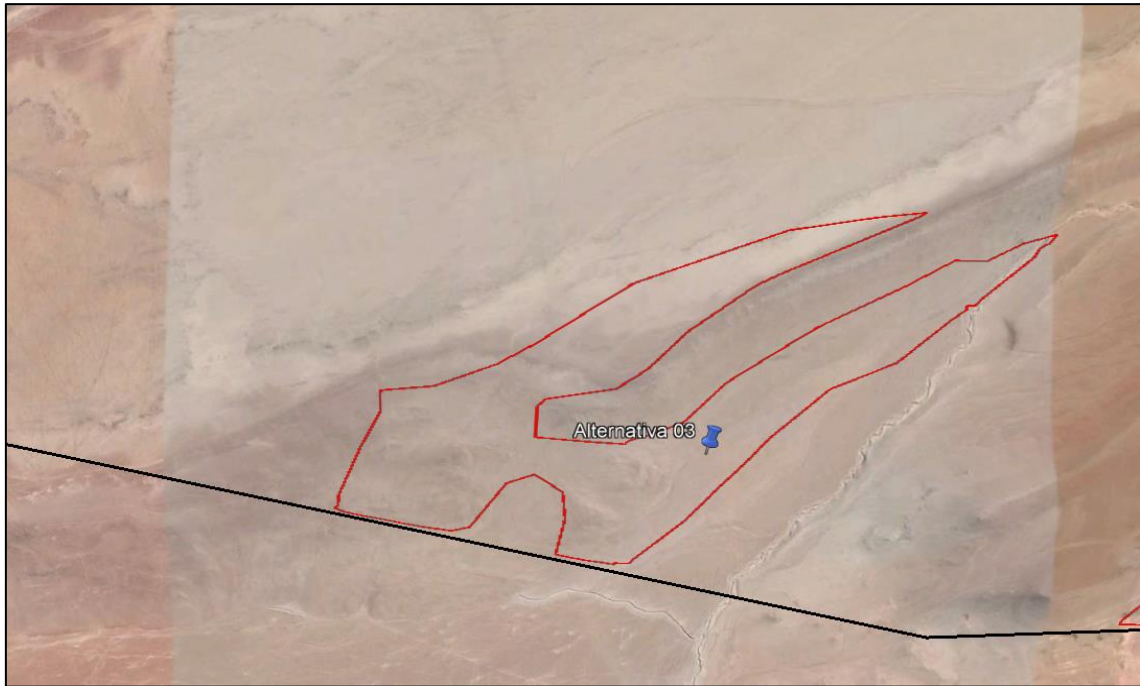


Figura 33. Alternativa 03. Tomado de Google Earth, 2019.



Figura 34. Alternativa 04. Tomado de Google Earth, 2019.

### **Accesibilidad al área**

Durante el trabajo de campo, se pudo observar que solo la alternativa 01 ofrecía accesibilidad para el libre tránsito. En contraste, las alternativas 02, 03 y 04 carecían de accesos libres, ya que dichos accesos se encontraban administrados por asociaciones de viviendas privadas.

## Dirección y velocidad del viento

Para determinar la dirección y velocidad del viento se utilizó información meteorológica de las dos estaciones más cercanas al área de estudio: estación Jorge Basadre y estación Sama Grande.

A continuación, se presentarán los datos de las estaciones meteorológicas utilizadas

*Tabla 29 Datos de las estaciones meteorológicas*

Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
				Latitud	Longitud	
Jorge Basadre	Tacna	Tacna	Tacna	18°1'36.8" S	70°15'5.5" W	560
Sama Grande	Tacna	Tacna	Inclan	17°47'15.3" S	70°29'22.6" W	529

Nota: Tomado de la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023.

### - Estación Jorge Basadre

La data para evaluar la dirección y velocidad del viento fue tomada para el periodo 2003 al 2022.

*Tabla 30 Dirección del viento – Estación Jorge Basadre*

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2003	SSW	SSW	SW	SW	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SSW	SSW
2004	SSW	SSW	SSW	SW	SSW	SW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW
2005	SSW	SW	SW	SW	SW	SW	SSW	SSW	SW	SSW	SSW	SSW
2006	SSW	SSW	SW	SW	SSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SW	SW
2007	SW	SSW	SW	SW	SW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2008	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2009	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2010	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2011	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2012	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	S/D	SW	SW
2013	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2014	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2015	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2016	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2017	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SSW	SW	SW	SW	SW	SW
2018	S/D	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2019	SW	SW	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	WSW	SW	SW	SW	SW
2020	SW	SW	SW	S/D	S/D	S/D	SW	WSW	WSW	SW	WSW	WSW
2021	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	SW	WSW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW
2022	WSW	WSW	SW	SW	WSW	WSW	SW	SW	SW	SW	W	SW

Nota: Tomado del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023.

S/D: Sin datos



Tabla 31 Velocidad del viento – Estación Jorge Basadre

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2003	2.7	2.8	2.9	2.5	2.2	1.7	2.2	1.8	2.1	2.5	2.8	2.8
2004	2.8	2.7	2.5	2.2	2.1	1.8	1.7	1.8	2.2	2.5	2.6	2.8
2005	2.9	2.8	2.5	2.2	2	2	1.9	1.9	1.9	2.4	2.7	2.7
2006	2.5	2.6	2.5	2.1	1.9	1.7	1.8	2	2.3	2.7	2.8	2.8
2007	2.7	2.9	2.4	2.2	1.9	1.8	1.6	1.8	2.1	2.4	2.3	2.6
2008	2.5	2.6	2.6	2.4	2	2.1	1.8	1.9	2.1	2.5	2.7	3
2009	3	2.8	2.6	2.3	2	1.8	1.9	1.9	2.4	2.7	2.9	2.7
2010	2.8	2.6	2.6	2.3	2	2	2	2	2.2	2.3	2.7	2.8
2011	2.5	2.3	2.7	2.1	2.2	1.9	2.1	1.8	2.1	2.3	2.5	2.5
2012	2.4	2.4	2.6	1.9	1.9	1.7	1.6	1.7	2	S/D	2.4	2.4
2013	2.5	2.7	2.5	2.3	1.8	1.7	1.8	1.8	2	2.2	2.5	2.7
2014	2.5	2.8	2.6	2	1.8	1.9	1.8	1.9	2.2	2.8	2.6	2.8
2015	2.7	2.7	2.7	2.4	2.2	2.1	2.3	2	2.4	2.6	2.7	2.8
2016	2.7	2.8	2.8	2.2	1.9	2.1	1.8	2.3	2.6	2.6	2.7	2.8
2017	2.9	2.7	2.6	2.5	2.1	1.7	1.9	2	2.1	2.4	2.6	2.6
2018	S/D	2.6	2.5	2.4	2.1	1.9	1.7	2.2	2.4	2.7	2.7	2.8
2019	2.9	2.6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.5	1.9	2.1	2.1	2.5
2020	2.3	2.3	2.2	S/D	S/D	S/D	1.7	1.7	2	2.2	2.5	2.5
2021	2.7	2.7	2.4	2.1	2	1.8	1.6	1.6	1.9	2.4	2.6	2.6
2022	2.5	2.6	2.5	2.3	2.1	1.6	1.6	1.8	2.1	2.4	2.1	2.6

Nota: Tomado del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023.

S/D: Sin datos

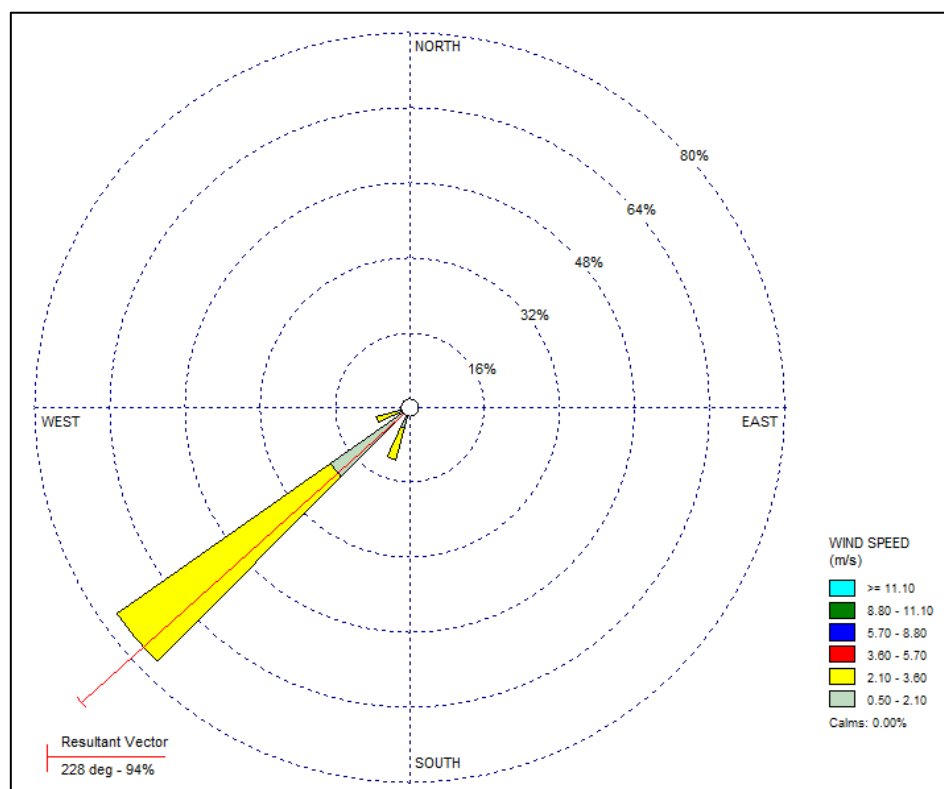


Figura 35. Dirección y velocidad del viento – Estación Jorge Basadre

Para el periodo de años 2003 a 2022, según el SENAMHI, el viento sopla a una velocidad que varía entre 2.10 a 3.60 m/s, que según la escala de Beaufort, la zona presenta vientos que va desde brisa muy débil a brisa débil. En cuanto a la dirección para este periodo de años, el viento dominante se dirige de Sur Oeste a Nor Este.

- **Estación Sama Grande**

La data para evaluar la dirección y velocidad del viento fue tomada para el periodo 2003 al 2022.

*Tabla 32 Dirección del viento – Estación Sama Grande*

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2003	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2004	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2005	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2006	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2007	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2008	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2009	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2010	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2011	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2012	S/D	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2013	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2014	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2015	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	S/D	SW
2016	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2017	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2018	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	S/D	S/D
2019	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2020	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2021	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2022	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW

Nota: Tomado del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023.

S/D: Sin datos

*Tabla 33 Velocidad del viento – Estación Sama Grande*

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2003	1.6	1.5	1.6	1.2	0.8	0.6	0.6	0.6	1.1	1.5	1.5	1.8
2004	1.8	1.7	1.2	1.0	0.6	0.5	0.6	0.8	1.2	1.5	1.6	1.6
2005	1.5	1.4	1.5	1.2	0.9	1.0	0.9	0.8	1.2	1.3	1.6	2.0
2006	1.6	1.7	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.4	1.4	1.4
2007	1.8	1.7	1.3	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	1.0	1.6
2008	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	1.1	1.2

Año	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2009	1.3	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	1.3	1.3
2010	1.5	1.5	1.6	1.2	0.6	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	1.0	1.3
2011	1.4	1.5	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	0.9	0.6	0.8	1.0	1.2
2012	S/D	1.4	1.6	1.4	1.4	1.4	1.2	1.4	1.3	1.1	1.5	1.8
2013	1.9	1.8	1.4	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2014	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2015	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	S/D	1.3
2016	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2017	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2018	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	S/D	S/D
2019	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2020	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
2021	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
2022	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

Nota: Tomado del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023.

S/D: Sin datos

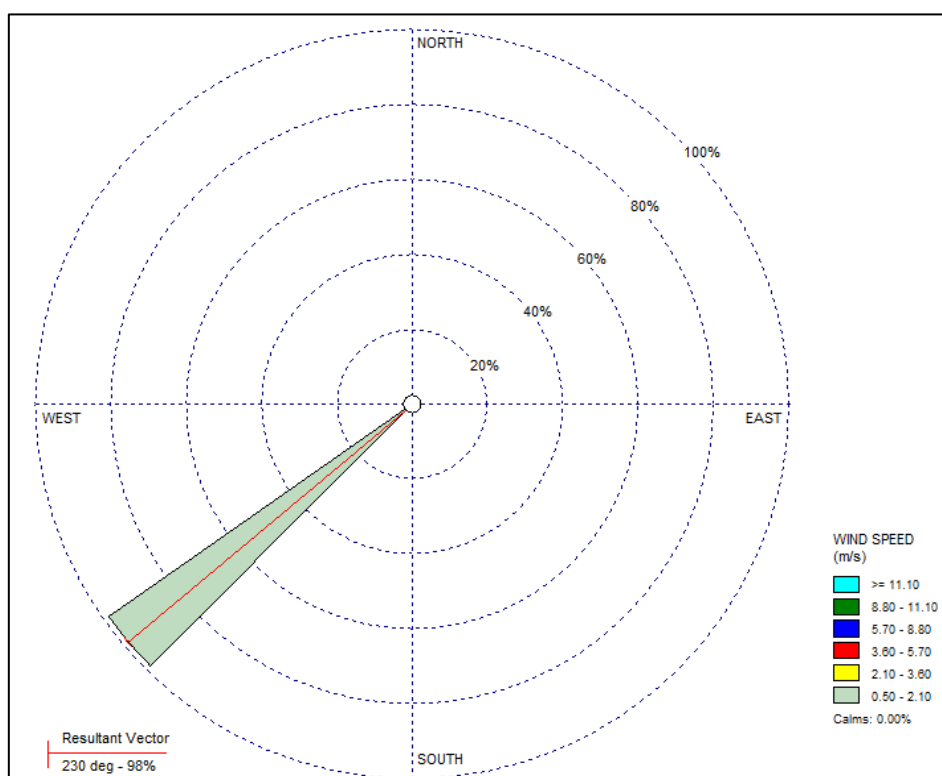


Figura 36. Dirección y velocidad del viento – Estación Sama Grande

Para el periodo de años 2003 a 2022, según el SENAMHI, el viento sopla a una velocidad que varía entre 0.50 a 2.10 m/s, que según la escala de Beaufort, la zona presenta vientos que va desde ventolina a brisa muy debil. En cuanto a la dirección para este periodo de años, el viento dominante se dirige de Sur Oeste a Nor Este.

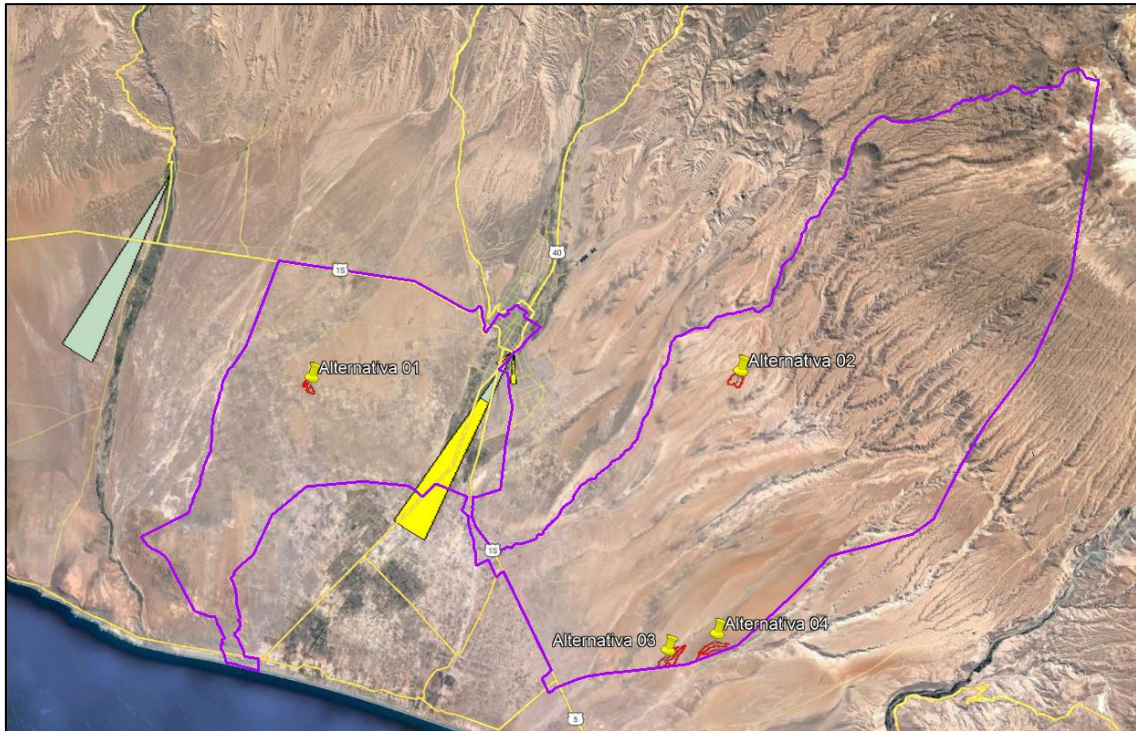


Figura 37. Ubicación de las alternativas y dirección del viento. Tomado de Google Earth, 2019.

Del gráfico se observa que las direcciones del viento referentes a las alternativas estarían dirigidas hacia zonas que no presentan centros poblados o actividades que podrían ser afectadas por los vientos.

### 5.1.3. Segunda etapa de gabinete

En esta etapa se dará a conocer el área seleccionada para la ubicación del relleno sanitario, que constituye el objetivo general del estudio. Antes de ello, se expondrán los resultados de la definición de los niveles de importancias globales de las alternativas, los cuales fueron obtenidos a partir de la definición de las importancias locales de los subcriterios socioambientales, tales como el uso actual del suelo, la accesibilidad al terreno y la dirección del viento y de la definición de las importancias locales de las alternativas en base a los subcriterios antes mencionados. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del promedio geométrico de las entrevistas realizadas a cada uno de los especialistas.

#### - Importancias locales de los subcriterios (Uso actual del suelo, accesibilidad al área y dirección del viento)

La obtención de resultados, se llevó a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de

Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección del viento?

Tabla 34 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico subcriterios (uso actual del suelo, accesibilidad al área y dirección del viento)*

Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección del viento
Uso actual del suelo	1	0.193	0.457
Accesibilidad al área	5.192	1	2.268
Dirección del viento	2.190	0.441	1
<b>Vector Suma</b>	<b>8.382</b>	<b>1.633</b>	<b>3.725</b>

Tabla 35 *Matriz de normalización – Promedio geométrico Subcriterios socioambientales (uso actual del suelo, accesibilidad al área y dirección del viento)*

Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección del viento	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Uso actual del suelo	0.119	0.118	0.123	0.120	11.99
Accesibilidad al área	0.619	0.612	0.609	0.614	61.35
Dirección del viento	0.261	0.270	0.268	0.267	26.65
<b>Vector Suma</b>	<b>8.382</b>	<b>1.633</b>	<b>3.725</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 36 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico Subcriterios socioambientales (uso actual del suelo, accesibilidad al área y dirección del viento)*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	3.000	3	2		
3.000	0.000			0.000	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		0.58		

Tabla 37 *Importancia locales – Promedio geométrico*  
*Subcriterios socioambientales (uso actual del suelo, accesibilidad al área y*  
*dirección del viento)*

Subcriterio Sociambiental	Importancia local de los subcriterios socioambientales
Uso actual del suelo	12.00%
Accesibilidad al área	61.35%
Dirección del viento	26.65%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

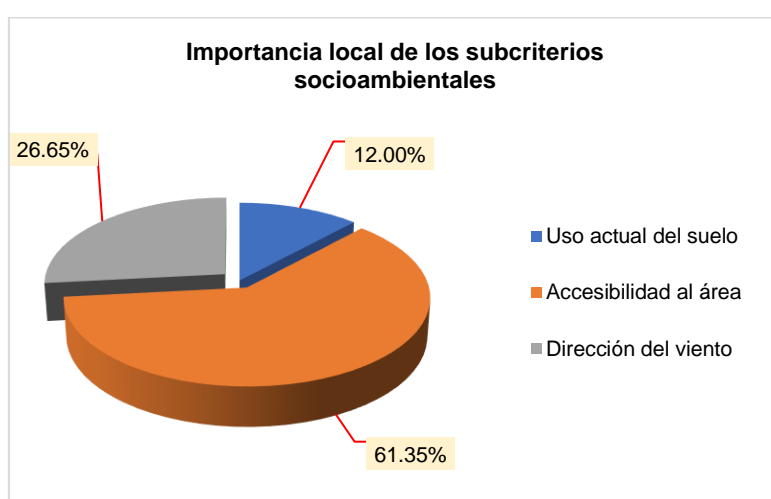


Figura 38. Importancia local de los subcriterios socioambientales

Del gráfico se observa que el nivel de importancia local de los subcriterios seleccionados tiene el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra la accesibilidad al área con un peso de 61.35%, le sigue la dirección del viento con 26.65% y finalmente se tiene el uso actual del suelo con un peso de 12.00%.

- **Importancias locales de las alternativas en relación al uso actual del suelo**

La obtención de resultados, se llevo a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

Tabla 38 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico*  
*Subcriterio - uso actual del suelo*

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1	5.192	6.542	6.542
Alternativa 2	0.193	1	1.710	1.710
Alternativa 3	0.153	0.585	1	1
Alternativa 4	0.153	0.585	1	1
<b>Vector Suma</b>	<b>1.498</b>	<b>7.362</b>	<b>10.252</b>	<b>10.252</b>

Tabla 39 *Matriz de normalización – Promedio geométrico*  
*Subcriterio - uso actual del suelo*

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Alternativa 1	0.667	0.705	0.638	0.638	0.662	66.22
Alternativa 2	0.129	0.136	0.167	0.167	0.149	14.95
Alternativa 3	0.102	0.079	0.098	0.098	0.094	9.41
Alternativa 4	0.102	0.079	0.098	0.098	0.094	9.41
<b>Vector Suma</b>	<b>1.498</b>	<b>7.362</b>	<b>10.252</b>	<b>10.252</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 40 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico*  
*Subcriterio - uso actual del suelo*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	4.023	4	3		
4.023	0.008			0.008	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		0.9		

Tabla 41 *Importancia locales – Promedio geométrico*

*Subcriterio - uso actual del suelo*

Alternativas	Importancia local de las alternativas - Uso actual del suelo
Alternativa 01	66.23%
Alternativa 02	14.95%
Alternativa 03	9.41%
Alternativa 04	9.41%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

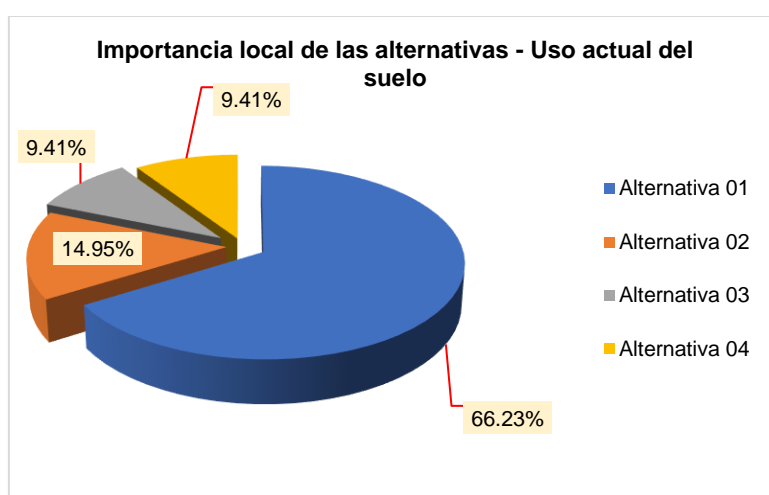


Figura 39. Importancia local de las alternativas (uso actual del suelo)

Del gráfico se observa que el nivel de importancia local de las alternativas en función del uso actual del suelo tiene el siguiente el orden: En primer lugar, se encuentra la alternativa 01 con un peso de 66.23%, le sigue la alternativa 02 con 14.95% y finalmente se tienen a las alternativas 03 y 04 con un peso de 9.41% respectivamente.

**- Importancias locales de las alternativas en relación a la accesibilidad al área**

La obtención de resultados, se llevo a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?



Tabla 42 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico*  
*Subcriterio – accesibilidad al área*

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1	7.612	6.804	7.612
Alternativa 2	0.131	1	0.794	0.794
Alternativa 3	0.147	1.260	1	1
Alternativa 4	0.131	1.260	1	1
<b>Vector Suma</b>	<b>1.410</b>	<b>11.132</b>	<b>9.598</b>	<b>10.405</b>

Tabla 43 *Matriz de normalización – Promedio geométrico*  
*Subcriterio – accesibilidad al área*

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Alternativa 1	0.709	0.684	0.709	0.732	0.708	70.84
Alternativa 2	0.093	0.090	0.083	0.076	0.086	8.55
Alternativa 3	0.104	0.113	0.104	0.096	0.104	10.44
Alternativa 4	0.093	0.113	0.104	0.096	0.102	10.17
<b>Vector Suma</b>	<b>1.410</b>	<b>11.132</b>	<b>9.598</b>	<b>10.405</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 44 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico*  
*Subcriterio - uso actual del suelo*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	4.011	4	3		
4.011	0.004			0.004	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		0.9		

Tabla 45 *Importancia locales – Promedio geométrico*

*Subcriterio – accesibilidad al área*

Alternativas	Importancia local de las alternativas - Accesibilidad al área
Alternativa 01	70.84%
Alternativa 02	8.55%
Alternativa 03	10.44%
Alternativa 04	10.17%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

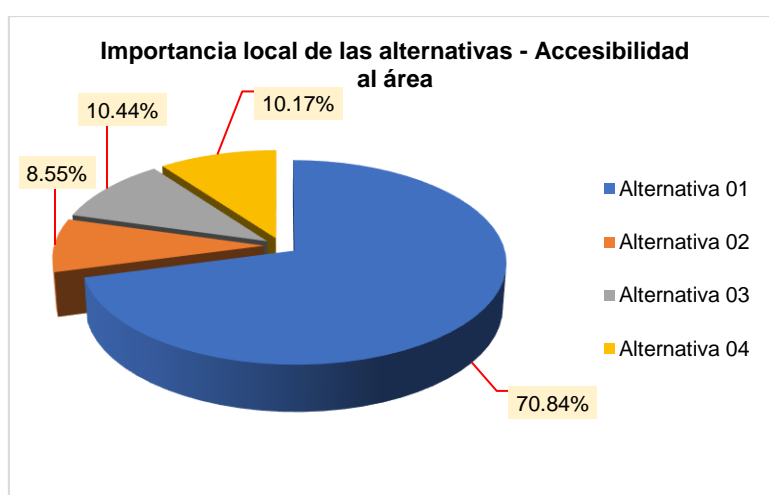


Figura 40. Importancia local de las alternativas (accesibilidad al área)

Del gráfico se observa que el nivel de importancia local de las alternativas en función de la accesibilidad al área tiene el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra la alternativa 01 con un peso de 70.84%, le sigue la alternativa 03 con 10.44%, continúa la alternativa 04 con el 10.17% y finalmente se tiene a la alternativa 02 con un peso de 8.55%.

**- Importancias locales de las alternativas en relación a la dirección del viento**

La obtención de resultados, se llevo a cabo mediante una comparación por pares basada en la siguiente pregunta: Según la dirección del viento ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

Tabla 46 *Matriz de comparación por pares – Promedio geométrico*  
*Subcriterio – dirección del viento*

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1	0.550	2.596	4.121
Alternativa 2	1.817	1	4.718	4.718
Alternativa 3	0.385	0.212	1	1
Alternativa 4	0.243	0.212	1	1
<b>Vector Suma</b>	<b>3.445</b>	<b>1.974</b>	<b>9.314</b>	<b>10.839</b>

Tabla 47 *Matriz de normalización – Promedio geométrico*  
*Subcriterio – dirección del viento*

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)
Alternativa 1	0.290	0.279	0.279	0.380	0.307	30.70
Alternativa 2	0.527	0.507	0.507	0.435	0.494	49.39
Alternativa 3	0.112	0.107	0.107	0.092	0.105	10.47
Alternativa 4	0.070	0.107	0.107	0.092	0.094	9.44
<b>Vector Suma</b>	<b>3.445</b>	<b>1.974</b>	<b>9.314</b>	<b>10.839</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Tabla 48 *Matriz de consistencia lógica – Promedio geométrico*  
*Subcriterio – dirección del viento*

$\lambda_{max}$	Índice de consistencia			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
	$\lambda_{max}$	$n$	$n - 1$		
	4.031	4	3		
4.031	0.010			0.011	<b>Matriz consistente</b>
	Índice Aleatorio de Consistencia (IAC)		0.9		

Tabla 49 *Importancia locales – Promedio geométrico*

*Subcriterio – dirección del viento*

Alternativas	Importancia local de las alternativas - Dirección del viento
Alternativa 01	30.70%
Alternativa 02	49.39%
Alternativa 03	10.47%
Alternativa 04	9.44%
<b>Suma total</b>	<b>100%</b>

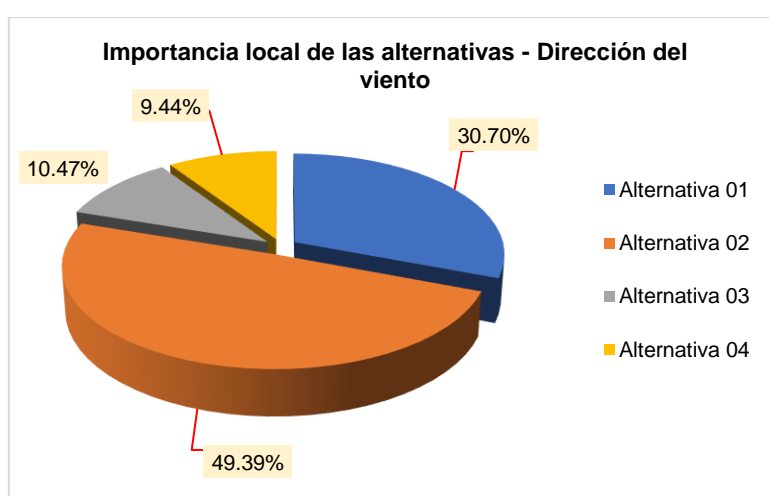


Figura 41. Importancia local de las alternativas (dirección del viento)

Del gráfico se observa que el nivel de importancia local de las alternativas en función de la dirección del viento tiene el siguiente orden: En primer lugar, se encuentra la alternativa 02 con un peso de 49.39%, le sigue la alternativa 01 con 30.70%, continua la alternativa 03 con el 10.47% y finalmente se tiene a la alternativa 04 con un peso de 9.44%.

**- Importancia global de las alternativas**

A continuación, se presenta los resultados de la definición de las importancias globales de las alternativas, la cual se determinó mediante la suma ponderada de las importancias locales de los subcriterios seleccionados (uso actual del suelo, accesibilidad al terreno y dirección del viento) con las importancias locales de las áreas alternativas.

Tabla 50 Importancias global de las alternativas

ALTERNATIVAS	IMPORTANCIA DE LA ALTERNATIVA (IAL)	SUBCRITERIO	IMPORTANCIA DEL SUBCRITERIO (ISC)	IMPORTANCIA GLOBAL PARCIAL IGP = IAL*ISC	IMPORTANCIA GLOBAL (SUMA PONDERADA)	IMPORTANCIA GLOBAL (%)
Alternativa 01	0.662	Uso actual del suelo	0.120	0.079	0.596	59.60
	0.708	Accesibilidad al área	0.614	0.435		
	0.307	Dirección del viento	0.267	0.082		
Alternativa 02	0.149	Uso actual del suelo	0.120	0.018	0.202	20.20
	0.086	Accesibilidad al área	0.614	0.052		
	0.494	Dirección del viento	0.267	0.132		
Alternativa 03	0.094	Uso actual del suelo	0.120	0.011	0.103	10.30
	0.104	Accesibilidad al área	0.614	0.064		
	0.105	Dirección del viento	0.267	0.028		
Alternativa 04	0.094	Uso actual del suelo	0.120	0.011	0.099	9.90
	0.102	Accesibilidad al área	0.614	0.062		
	0.094	Dirección del viento	0.267	0.025		
<b>Suma total</b>					<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

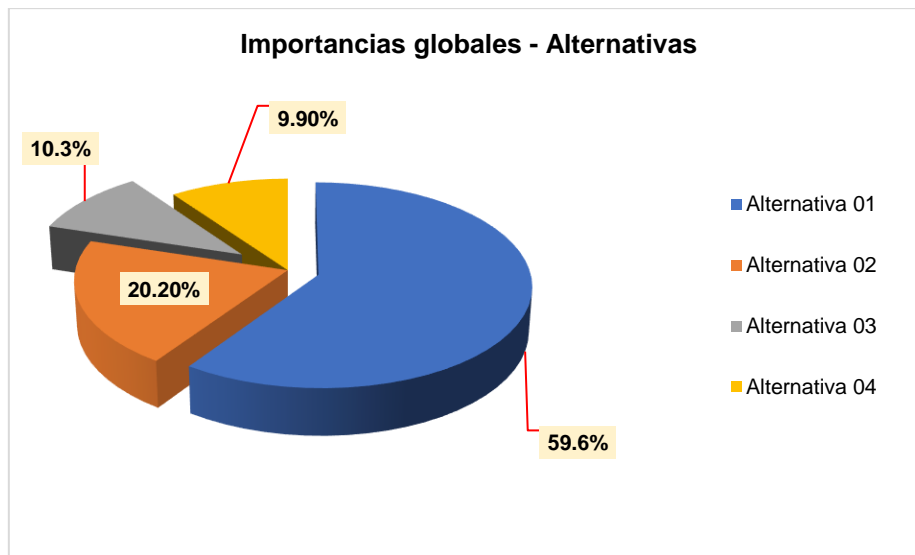


Figura 42. Importancia global de las alternativas

Del gráfico se observa que la alternativa 01 cuenta con un mayor nivel de importancia global con un peso de 59.6%, seguido de la alternativa 02 con el 20.20%, continua la alternativa 03 con 10.3% y finalmente se tiene a la alternativa 04 con un peso de 9.90%. De acuerdo con los resultados presentados, se puede inferir que la alternativa 01 es el área que ofrece las mejores condiciones ambientales, sociales y técnicas-económicas para la ubicación del relleno sanitario.

## 5.2. Resultados Inferenciales

De acuerdo a la naturaleza de la investigación no se generaron resultados inferenciales.

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados**

Debido a que la investigación no contó con hipótesis no se desarrollo este apartado.

### **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios**

En el marco de esta investigación, se analizaron un total de catorce “14” subcriterios sociambientales con el objetivo de determinar la ubicación del relleno sanitario. Estos subcriterios incluyeron la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática, las precipitaciones, la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, la pendiente del terreno, las distancias a centros poblados, aeropuertos, granjas porcinas, avícolas y áreas de animales menores, la distancia a áreas agrícolas, la incidencia visual, el uso actual del suelo, la accesibilidad al área y la dirección del viento. Mediante el proceso de análisis jerárquico y la superposición de mapas, se logró identificar una única área que representó la ubicación del relleno. Entre los subcriterios más relevantes que contribuyeron a la selección se encuentran la profundidad de la napa freática, la distancia a los centros poblados y la accesibilidad al área, representando el 25.94%, 16.16% y 70.8% respectivamente. Estos factores fueron considerados de alta importancia debido a su influencia directa en la protección del ambiente, la minimización de posibles impactos negativos en la población y la viabilidad operativa del proyecto. Asimismo, los resultados obtenidos en el estudio realizado por Palacios (2018) en la ciudad de Macas, Ecuador, presentan similitudes con los hallazgos de la presente investigación realizada, ya que se evaluaron subcriterios comparables, como la distancia a aeropuertos, cuerpos de agua, vías y zonas urbanas, la permeabilidad del suelo, la pendiente, el uso del suelo y las distancias a centros poblados. En línea con los resultados de este estudio, se determinó que la distancia a zonas urbanas fue el factor más relevante, con una ponderación superior al 25% en comparación con los demás factores evaluados. Además, se identificó una única ubicación con la mayor ponderación entre todas las áreas analizadas. De forma similar, Al-Khuzai y Janna (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad Al-Diwaniyah, Iraq, obtuvieron como resultados siete emplazamientos para rellenos sanitarios que cumplían con los criterios científicos y medioambientales

requeridos. Para esto, evaluaron criterios que incluyeron la profundidad de las aguas subterráneas, centros urbanos, ríos, humedales, tipos de suelo, elevación, vientos, carreteras, pendiente, uso del suelo, yacimientos arqueológicos, red eléctrica, gasoducto y líneas férreas. De los cuales, la distancia a centros urbanos tuvo mayor nivel de importancia con un valor de 15.7%. De la misma manera, en la ciudad de Lokoja, Nigeria, Adewumi y otros (2019) obtuvieron como resultados 19 posibles vertederos. De los cuales la alternativa más adecuada cumplía con los requerimientos ambientales y técnicos establecidos, en relación a la distancia a carreteras principales, líneas eléctricas, masas de agua, zonas de vertido y zonas urbanizadas. Las demás alternativas fueron desestimadas debido a su cercanía a centros poblados.

### **6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

La investigación cumple con los aspectos éticos y las directivas establecidas por la Universidad Nacional del Callao, siguiendo el estilo de redacción ISO 690. Esto ha permitido incluir citas, aportes y secciones con la debida atribución a los autores reconocidos, respetando su propiedad intelectual. De esta manera, se evita cualquier omisión en el reconocimiento de las fuentes de información utilizadas en el estudio. Además, es importante resaltar que el estudio se llevó a cabo en conformidad con el Código de Ética de Investigación y el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad Nacional del Callao, según lo establecido en la Resolución 260-2019-CU y la Resolución 1206-2019-R, respectivamente.



## VII. CONCLUSIONES

- Se determinó de manera precisa la ubicación para la implementación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna durante el año 2023. El área seleccionada se caracteriza por su contribución a la protección del ambiente, su viabilidad técnico-económica y su capacidad para evitar potenciales conflictos sociales.
- Se identificaron catorce (14) subcriterios socioambientales, los cuales forman parte de criterios más amplios que abarcan aspectos ambientales, técnicos-económicos y sociales. Además, se seleccionaron siete (07) subcriterios de exclusión relacionados con el área requerida del terreno, zonas susceptibles a peligros naturales como inundaciones y movimientos en masa, áreas naturales protegidas, patrimonio arqueológico y cultural, terrenos de comunidades campesinas, ecosistemas frágiles y concesiones mineras.
- Se definieron los niveles de importancia de los criterios y subcriterios socioambientales mediante la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico. En cuanto a los criterios socioambientales, se determinó que el aspecto social fue el más relevante, con un 44.3% de importancia, mientras que el aspecto técnico-económico obtuvo la menor valoración, con un 14.2% de importancia. Entre los subcriterios seleccionados, se destacó la profundidad de la napa freática y la accesibilidad al área, con un 25.94% y un 70.8% de importancia, respectivamente. El primero definido en la primera etapa de gabinete y el segundo en la segunda etapa de gabinete.
- Se precisó la distribución espacial de los niveles de importancia de los criterios y subcriterios socioambientales para determinar la ubicación del relleno sanitario. Se crearon veinte “20” mapas temáticos para visualizar estos niveles. Como resultado, se identificó la alternativa 01 como la mejor opción, ya que cumple con los requerimientos ambientales, técnicos-económicos y sociales.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- Considerar la propuesta presentada, ya que cuenta con las condiciones más adecuadas para garantizar la protección del ambiente, prevenir conflictos socioambientales y asegurar la viabilidad técnica-económica.
- Se sugiere realizar talleres de participación ciudadana con el propósito de obtener información sobre la percepción de la población en relación a la implementación de la infraestructura sanitaria y su ubicación geográfica.
- Se recomienda llevar a cabo un seguimiento periódico de la ubicación elegida para el relleno sanitario. Esto permitirá evaluar el área y realizar los ajustes o modificaciones necesarios para la implementación de la infraestructura sanitaria.
- Se sugiere realizar los estudios hidrogeológicos con mayor rigurosidad, con el propósito de proteger los acuíferos que podrían verse afectados por las actividades del relleno sanitario.
- Se recomienda realizar estudios geotécnicos para evaluar la estabilidad y las propiedades mecánicas del suelo, a fin de prevenir posibles problemas de estabilidad en el futuro.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEWUMI, J.R., EJEH, O.J., LASISI, K.H. y AJIBADE, F.O., 2019. A GIS–AHP-based approach in siting MSW landfills in Lokoja, Nigeria. *SN Applied Sciences* [en línea], vol. 1, no. 12, pp. 1-18. [Consulta: 11 abril 2023]. ISSN 25233971. DOI 10.1007/S42452-019-1500-6/TABLES/10. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-019-1500-6>
- AHP – El blog de Víctor Yepes. [en línea], (2018). [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/ahp/>
- AL-KHUZAIE, M.M. y JANNA, H., 2018. Optimum Location For Landfills Sites Based on GIS Modeling For Al-Diwaniyah City. Article in *International Journal of Civil Engineering and Technology* [en línea], vol. 9, no. 8, pp. 941-951. [Consulta: 8 abril 2023]. ISSN 0976-6316. Disponible en: <http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp941><http://www.iaeme.com/ijci/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=8><http://www.iaeme.com/ijci/t/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=8><http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp942>
- ARBOLEDA, J., 2008. Por: Jorge A. Arboleda G. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [https://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual\\_EIA\\_Jorge\\_Arboleda.pdf](https://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge_Arboleda.pdf)
- ARROYO VILLAZANA, Joel. y GALARZA LIMAYMANTA, Rooseveth Raul., 2018. Utilización del excel en el aprendizaje de las medidas de tendencia central en estudiantes del primer grado de educación secundaria de la I.E. Wari Vilca - Huayucachi - Huancayo [en línea]. Tesis de Licenciatura en Pedagogía y Humanidades. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Educación [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4901>
- ASCURRA, A. y LEANDRO, F., 2021. Localización de zonas ambientalmente óptimas para construcción de rellenos sanitarios usando Sistemas de Información Geográfica en la región Ucayali, 2021 [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71713>
- ASENSI ARTIGA, V. y PARRA PUJANTE, A., 2002. EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LA NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA. *Red de Revistas Científicas*

de América Latina, el Caribe, España y Portugal [en línea], pp. 9-19. [Consulta: 24 abril 2023]. ISSN 1575-2437. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/635/63500001.pdf>

BANCO MUNDIAL: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

CALZADO, JUANA, L., G., CARIDAD, L., SANTELL, F., CATALINA, L., DURÁN, S., CLARA, L., JARROSAY, M., LUISA, L.N., FONSECA, M., NEREIDA, D., CASTAÑEDA, R. y FRANCIS, D.L., 2008. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757326017>

CANELO, D.A.C., 2021. Criterios y métodos para seleccionar la ubicación de los rellenos sanitarios. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable [en línea], vol. 5, no. 2, pp. 9-19. [Consulta: 2 abril 2023]. ISSN 2520-9760. DOI 10.25127/aps.20212.764. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/764>

CARRASCO DÍAZ, S., 2006. Carrasco Díaz S. S.l.: s.n. ISBN 9972-34-2413

CHIDA CHIDA, Kely Lisbeth., 2020. Análisis multicriterio basada en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un Relleno Sanitario en el Cantón Tena de la Provincia Napo, Ecuador [en línea]. Tesis de Grado en Ingeniería Ambiental. Universidad Estatal Amazónica. Facultad de Ingeniería Ambiental. 2020. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/810>

CONTRERAS, Eduardo. y PACHECO, Juan Francisco., 2008. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos | Publicación | Comisión Económica para América Latina y el Caribe [en línea]. Santiago de Chile: [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35914-manual-metodologico-evaluacion-multicriterio-programas-proyectos>

ELLEUCH, B., BOUHAMED, F., ELLOUSSAIEF, M. y JAGHBIR, M., 2018. Environmental sustainability and pollution prevention. Environmental

- Science and Pollution Research, vol. 25, no. 19, pp. 18223-18225. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-017-0619-5
- ESPEJO PINGUS, A.W., 2019. Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica distrito de Chachapoyas Amazonas- 2017. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, vol. 1, no. 3, pp. 71-77. ISSN 2414-8822. DOI 10.25127/ucni.v1i3.429
- FANTONE, F., 2004. Relaciones teóricas de la ordenación del territorio y el paradigma de desarrollo de abajo hacia arriba. Terra. Nueva Etapa [en línea], vol. XX, no. 29, pp. 87-105. [Consulta: 24 abril 2023]. ISSN 1012-7089. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72102906.%2003>
- FALLA GAMBOA, J., 2012. GeoProcesamiento [en línea]. Costa Rica : [Consulta: 23 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad->
- FRAUME, R., 2007. Por: Julio F. Fraume R. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario%20ambiental.pdf>
- GALVÁN RICO, L.E. y REYES GIL, R.E., 2009. Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la Contaminación ambiental. [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212009000400003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212009000400003)
- GÓMEZ OREA, Domingo. 2003. Evaluación del Impacto Ambiental. Segunda. Madrid : Ediciones Mundi-Prensa, 2003. ISBN: 84-8476-084-7
- GONZÁLEZ NOÉ, 2019. AHP: un método para fortalecer la toma de decisiones en SST - PrevenControl. [en línea]. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <https://prevencontrol.com/prevenblog/ahp-un-metodo-para-fortalecer-la-toma-de-decisiones-en-sst/>
- GOODLAND, R., 2017. The concept of environmental sustainability. Sustainability, pp. 207-230. DOI 10.4324/9781315241951-20
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. del P., 2010. Metodología de la Investigación [en línea]. Quinta.

México: s.n. ISBN 978-6-0715-0291-9. Disponible en:  
<https://libgen.is/book/index.php?md5=99909A39F4821D1EFC11B96596912B57>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. del P., 2014. Metodología de la Investigación. Sexta ed. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ SANDRA, F., GONZÁLEZ LUZ ROCÍO, C., PARA COMUNICACIONES, A., COMMUNICATIONS, A. y HERNANDEZ FLECHAS, S., 2016. Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. Revista de Tecnología, ISSN 1692-1399, Vol. 15, No. 1, 2016 (Ejemplar dedicado a: Tecnología para una mejor calidad de vida), págs. 57-76 [en línea], vol. 15, no. 1, pp. 57-76. [Consulta: 27 junio 2023]. ISSN 1692-1399. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041529&info=resumen&idioma=SPA>

HOORNWEG, Daniel. y BHADA-TATA, Perinaz., 2012. What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management. [en línea], vol. 1, no. 1. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10986/17388>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, [sin fecha]. Microdatos [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <http://iinei.inei.gob.pe/microdatos/index.htm>

ISHIZAKA, A. y LABIB, A., 2011. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. Expert Systems with Applications [en línea], vol. 38, no. 11, pp. 14336-14345. ISSN 09574174. DOI 10.1016/j.eswa.2011.04.143. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.143>

JARAMILLO, Jorge, 2002. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones [en línea]. OPS. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55275>

JAVIER SILVA, L.A., 2015. Sistemas de información geográfica y la localización óptima de instalaciones para residuos sólidos: propuesta para la provincia de Huánuco [en línea]. Tesis de Grado en Geografía. Lima: Universidad

- Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Sociales. 2015. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4809>
- KAREEM, L.S., AL-MAMOORI, S.K., AL-MALIKI, L.A., AL-DULAIMI, M.Q. y AL-ANSARI, N., 2021. Optimum location for landfills landfill site selection using GIS technique: Al-Naja city as a case study. Cogent Engineering [en línea], vol. 8, no. 1. ISSN 23311916. DOI 10.1080/23311916.2020.1863171. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1863171>
- KOLLER , Hermann., THEMELIS, Nickolas.J. y TSAKONA, Maria., 2013. <http://www.atlas.d-waste.com/> E-Mail: [support@d-waste.com](mailto:support@d-waste.com) Waste Atlas 2013 2 Steering Committee WASTE ATLAS TEAM WASTE ATLAS 2013 Report. [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <http://www.atlas.d-waste.com/Documents/WASTE%20ATLAS%202013%20REPORT.pdf>
- MAINUL SK., ALI, S.A. y AHMAD, A., 2020. Optimal Sanitary Landfill Site Selection for Solid Waste Disposal in Durgapur City Using Geographic Information System and Multi-criteria Evaluation Technique. KN - Journal of Cartography and Geographic Information [en línea], vol. 70, no. 4, pp. 163-180. ISSN 25244965. DOI 10.1007/s42489-020-00052-1. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42489-020-00052-1>
- MANCEBO Q.S., (2008) LibroSIG : aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental. S.l.: s.n. ISBN 9788469173701.
- MARTINEZ, E., 1992. Recursos Naturales, Biodiversidad, Conservación y Uso Sustentable. [en línea], [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <http://educazonia.com/maes2017/files/pilar-medina/Profundiza .pdf>
- MESIAS MATIAS, Martin Willian. y ROJAS MONTERO, Katty., 2019. Excel Aplicación Matemática [en línea]. Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Educación. Universidad Científica del Perú. Facultad de educación y Humanidades. [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/665>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2008. Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado. [en línea]. S.l.:

- Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-monitoreo-relleno>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2011. Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANNA PERÚ: 2011 – 2021 [en línea], 2011. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-accion-ambiental-planaa-peru-2011-2021>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 [en línea]. Lima: [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/plan>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2019. Guía para el Diseño y Construcción de Infraestructuras Para Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales [en línea]. Lima: [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: [https://drive.google.com/file/d/1B2IO3YTdv0P\\_Em95HrvtFVmRr1UwCfX5/view](https://drive.google.com/file/d/1B2IO3YTdv0P_Em95HrvtFVmRr1UwCfX5/view)
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2020. Tacna: Estadísticas ambientales, Junio 2020 | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental [en línea]. Lima: [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tacna-estadisticas-ambientales-junio-2020>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2021. Listado de rellenos sanitarios - Informes y publicaciones - Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279709-listado-de-rellenos-sanitarios-a-nivel-nacional>
- MORELLI, J., 2011. Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10. DOI 10.14448/jes.01.0002
- MORENO JIMÉNEZ, José María., 2001. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: [https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP\(ve rpaginas11-16\).pdf](https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP(ve rpaginas11-16).pdf)



- MORTAZAVI CHAMCHALI, M., MOHEBBI TAFRESHI, A. y MOHEBBI TAFRESHI, G., 2021. Utilizing GIS linked to AHP for landfill site selection in Rudbar County of Iran. *GeoJournal* [en línea], vol. 86, no. 1, pp. 163-183. [Consulta: 12 abril 2023]. ISSN 15729893. DOI 10.1007/S10708-019-10064-8/METRICS. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-019-10064-8>
- MOUSALLI GLORIA, 2015. *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*. [en línea]. S.l.: [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/303895876\\_Metodos\\_y\\_Disenos\\_de\\_Investigacion\\_Cuantitativa](https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa)
- MU, E. y PEREYRA, M., 2017. *Practical Decision Making an Introduction to the Analytic Hierarchy Process (AHP Using Super Decisions V 2 123*. S.l.: s.n. ISBN 9783319338606
- MÜGGENBURG RODRÍGUEZ, María Cristina. y PÉREZ CABRERA, Iñiga., 2007. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Revista Enfermería Universitaria ENEO-UNAM* [en línea], vol. 4, N°. 1, pp. 35-38. [Consulta: 24 octubre 2022]. ISSN 1665-7063. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>
- ÑAUPAS PAITÁN, Humberto., MEJÍA MEJÍA, Elias.,NOVOA RAMÍREZ, Eliana y VILLAGÓMEZ PAUCAR, Alberto. 2014. *Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Cuarta ed.. Bogota: Ediciones de la U, ISBN: 2013. 978-958-762-188-4
- OLAYA, Victor., 2014. *Sistemas de Información Geográfica* [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: [https://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf)
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS-Desarrollo sostenible \_ integrar la economía, la sociedad y el medio ambiente-OCDE (2014).pdf», [sin fecha]
- OSORIO GÓMEZ, Juan Carlos. y OREJUELA CABRERA, Juan Pablo., 2008. El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la Toma de Decisiones Multicriterio. Ejemplo de Aplicación. *Scientia Et Technica* [en línea], vol. XIV, no. 39, pp. 247-252. [Consulta: 21 octubre 2022]. ISSN 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>

- PALACIOS, O.I.F., 2018. EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN LA CIUDAD DE MACAS, A TRAVÉS DE LA PONDERACIÓN DE SUS VARIABLES CON EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO, AHP. Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 12. [Consulta: 11 abril 2023]. ISSN 2477-9253. DOI 10.24133/rcsd.V3N3.2018.07. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seguridad-defensa/article/view/2383>
- PEÑA LLOPIS, J., 2006. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio [en línea]. 4. Pontificia Universidad Católica de Chile. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022006000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022006000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- PORTAL WEB SINIA, [sin fecha]. Estadística Ambiental [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>
- PORTAL WEB OEFA, [sin fecha]. Áreas degradadas por Residuos Sólidos [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6a530906bcd44d388d6c032d7cb844a>
- PUERTA TUESTA, Ronald., REINGIFO TRIGOZO, Juan. y BRAVO MORALES, Nino., 2011. Arcgis Básico 10 [en línea]. Tingo María: [Consulta: 23 octubre 2022]. Disponible en: <https://actswithscience.com/Descargas/ManualArcGis.pdf>
- PULIDO POLO MARTA, 2015. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. [en línea], pp. 1137-1156. [Consulta: 24 abril 2023]. ISSN 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>
- RÖBEN, E., 2002. DED-Deutscher Entwicklungsdienst Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [www.ded.org.ecwww.municipioloja.comwww.ded.org.ecwww.municipioloja.com](http://www.ded.org.ecwww.municipioloja.comwww.ded.org.ecwww.municipioloja.com)

- RODRÍGUEZ, E., GÓMEZ, T. y GARCÍA, A., 2022. Vista de Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico\_OK.pdf. Revista Latina de Comunicación Social [en línea], pp. 29. DOI 10.4185/RLCS-2022-1532. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8241693>
- RODRÍGUEZ LARREÁTEGUI, Ruby Elena., 2020. Sistemas de información geográfica aplicado a la localización óptima de instalaciones para residuos sólidos en la provincia de Jaén – Cajamarca [en línea]. Tesis de Grado en Ingeniería Geográfica. Universidad Nacional Federico Villarreal. Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo . 2020. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4545>
- RONDÓN TORO, Estefania., SZANTÓ NAREA, Marcel., PACHECO, Juan Francisco., CONTRERAS, Eduardo. y GÁLVEZ, Alejandro., 2016. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios | Publicación | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- SANABRIA, P.S., 2014. La ordenación del territorio: origen y significado. Terra. Nueva Etapa [en línea], vol. XXX, no. 47, pp. 13-32. [Consulta: 24 abril 2023]. ISSN 1012-7089. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72132516003>
- SUAREZ, E. ROMERO, T. AMBIENTE, Y.M., 1995 T PINOS NUEVOS CONTAMINACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. S.l.: s.n. ISBN 9590501338
- ULLOA BENTURA-CASTELLANO, J., 2005. Los rellenos sanitarios - Dialnet. [en línea]. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5969746>
- USCAMAYTA MAQQUE, Giuliana Valeriana., 2021. Determinación de áreas aptas para la instalación de rellenos sanitarios mediante los sistemas de información geográfica, apoyado en la técnica de evaluación multicriterio en la provincia del Cusco [en línea]. Tesis de Grado en Ingeniería Ambiental .Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2021 [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61053>

- VAN TEIJLINGEN, K. y DUPUITS EMILIE, 2021. Estrategias comunitarias frente a conflictos socioambientales: más allá de la resistencia. [en línea], [Consulta: 24 abril 2023]. ISSN 1390-8065. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-12492021000100007](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-12492021000100007)
- VALENCIA, P.F., 2009. Consideraciones jurídicas sobre el ordenamiento territorial ambiental. *Espacio y Desarrollo*, vol. 169, no. 21, pp. 139-169
- VAVERKOVÀ, M., 2019. (PDF) Landfill Impacts on the Environment-Review. [en línea]. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/336252254\\_Landfill\\_Impacts\\_on\\_the\\_Environment-Review](https://www.researchgate.net/publication/336252254_Landfill_Impacts_on_the_Environment-Review)
- WASTE ATLAS PARTNERSHIP (D-WASTE, I.U. of L.W.S.-N. and S., 2014. Waste Atlas Report. WASTE ATLAS [en línea], [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9751>
- ZUZUNAGA, M.R. y NOA, C.E., 2020. Factores ambientales para determinar el área de relleno sanitario en el distrito de San Clemente Pisco Environmental factors to determine the landfill area in the San Clemente Pisco district Resumen Introducción. [en línea], vol. 2, no. 02, pp. 27-36. Disponible en: <https://www.unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/92>

# ANEXOS

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO DE INVESTIGACIÓN	FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
"CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023."	¿Dónde será la ubicación de un relleno sanitario, a partir de la evaluación de sus criterios ambientales, técnico-económico y sociales en el distrito de Tacna, 2023?	Determinar la ubicación de un relleno sanitario, a partir de la evaluación de sus criterios ambientales, técnico-económico y sociales, en el distrito de Tacna, 2023				Ambiental	Importancia ambiental	<b>Técnica:</b> - Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster). - Algebra de mapas. - Proceso de Análisis Jerárquico.  <b>Instrumentos:</b> - Registros de datos geoespaciales y Alfanuméricos (raster). - Software de SIG. - Ficha de establecimiento de importancias.
	¿Que subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales contribuyen o restringen la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023?	Identificar subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que permitan la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023.	Ubicación de un relleno sanitario.	La selección de la ubicación de un relleno sanitario es un proceso complejo que requiere la participación de expertos en la gestión de residuos sólidos y se basa en la evaluación de criterios sociambientales, como los aspectos sociales, técnicos-económicos y ambientales. (Canelo, 2021)	La ubicación de un relleno sanitario se determinará considerando las dimensiones ambiental, técnico-económica y social, así como la definición de los niveles de importancia de cada una de ellas. Para realizar este proceso, se utilizarán registros de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster), fichas de campo, un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y fichas de establecimiento de importancias.	Técnico-económico	Importancia Técnico-económica	<b>Técnica:</b> - Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster). - Algebra de mapas. - Proceso de Análisis Jerárquico.  <b>Instrumentos:</b> - Registros de datos geoespaciales y Alfanuméricos (raster). - Software de SIG. - Ficha de establecimiento de importancias.
	¿Qué nivel de importancia tendrán los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que contribuyen o restringen la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023?	Definir los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que permitan la ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de Tacna, 2023.						
¿Cómo se distribuyen espacialmente los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que contribuyen a la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna, 2023?	precisar la distribución espacial de los niveles de importancia de los subcriterios ambientales, técnicos-económicos y sociales que permitan la ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de Tacna, 2023.					Social	Importancia social	<b>Técnica:</b> - Recopilación de datos geoespaciales y alfanuméricos (raster). - Algebra de mapas. - Proceso de Análisis Jerárquico.  <b>Instrumentos:</b> - Registros de datos geoespaciales y Alfanuméricos (raster). - Software de SIG. - Ficha de establecimiento de importancias.

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2: INSTRUMENTOS VALIDADOS

- Dr Fernando Vásquez Perdomo

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Fernando Vásquez Perdomo, con DNI N°07287415, especialista en gestión ambiental, ostento el grado de Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible. y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Químico. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Fichas de establecimiento de importancias locales (criterios socioambientales, subcriterios socioambientales y alternativas)** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023".

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

#### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				x
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			x	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				x
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				x
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			x	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.				x
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				x
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07287415

Teléfono: 999739121

Lima, 11 del mes de mayo del 2023



Firma

**¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Ambiental				Ambiental											
Técnico-económico				Técnico-económico											
Social				Social											
Vector Suma				Vector Suma							Índice Aleatorio de Consistencia IAC				

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS AMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)				Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)											
Profundidad de la napa freática				Profundidad de la napa freática											
Precipitaciones				Precipitaciones											
Vector Suma				Vector Suma							Índice Aleatorio de Consistencia IAC				

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Geología del suelo (Permeabilidad)				Geología del suelo (Permeabilidad)											
Distancia a fallas geológicas				Distancia a fallas geológicas											
Pendiente del terreno				Pendiente del terreno											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS SOCIALES																			
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES						MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
															$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancia a centros poblados						Distancia a centros poblados													
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje						Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje													
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores						Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores													
Distancia áreas agrícolas						Distancia áreas agrícolas													
Incidencia Visual						Incidencia Visual													
Vector Suma						Vector Suma										Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia



¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección de los vientos?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Uso actual del suelo				Uso actual del suelo											
Accesibilidad al área				Accesibilidad al área											
Dirección de los vientos				Dirección de los vientos											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS USO ACTUAL DEL SUELO															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ACCESIBILIDAD AL ÁREA															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

Según la dirección de los vientos ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Fernando Vásquez Perdomo, con DNI N°07287415, especialista en gestión ambiental, ostento el grado de Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible. y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Químico. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Ficha de establecimiento de importancias globales** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				x
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			x	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				x
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				x
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			x	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.				x
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				x
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07287415

Teléfono: 999739121

Lima, 11 del mes de mayo del 2023

  
 -----  
 Firma

### FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS GLOBALES

CRITERIO	IMPORTANCIA DEL CRITERIO (IC)	SUBCRITERIO	IMPORTANCIA DEL SUBCRITERIO (ISC)	IMPORTANCIA GLOBAL IG = ICxISC	PORCENTAJE (%)
Ambiental		Distancias a fuentes de aguas superficiales			
		Profundidad de la Napa Freática			
		Precipitaciones			
Técnico-económico		Geología del suelo (Permeabilidad)			
		Distancia a fallas geológicas			
		Pendiente del terreno			
Social		Distancia a centros poblados			
		Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje			
		Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores			
		Distancia áreas agrícolas			
		Incidencia Visual			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE

Yo, Fernando Vásquez Perdomo, con DNI N°07287415, especialista en gestión ambiental, ostento el grado de Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible. y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Químico. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Ficha de Campo** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				x
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			x	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				x
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				x
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			x	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.				x
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				x
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07287415

Teléfono: 999739121

Lima, 11 del mes de mayo del 2023

  
 -----  
 Firma

### FICHA DE CAMPO

**ESTUDIO:** "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"



**Elaborado por:** Bach. Eduardo Grandez Quiñones

**Fecha:**

**Institución:** Universidad Nacional del Callao

#### NOMBRE DEL ÁREA

#### SUPERFICIE

#### PERÍMETRO

#### COORDENADAS UTM (POLIGONAL)

**DATUM:** WGS-84 Zona 19 L

VÉRTICE	ESTE	NORTE

#### UBICACIÓN GENERAL:

DEPARTAMENTO:	DISTRITO:
PROVINCIA:	LOCALIDAD:

#### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):
2. Cobertura vegetal :
3. Presencia de cuerpos de agua:
4. Distancia a centro poblados :
5. Actividades desarrolladas:
6. Acceso:

#### USO ACTUAL DE SUELO

1. Categoría :
2. Sub-Clase:

#### FOTOGRAFÍA:

Elaboración propia

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE RECOPIACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES Y/O ALFANUMÉRICOS

Yo, Fernando Vásquez Perdomo, con DNI N°07287415, especialista en gestión ambiental, ostento el grado de Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible. y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Químico. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Registro de datos geoespaciales y/o alfanuméricos** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				x
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			x	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				x
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				x
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			x	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.				x
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				x
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07287415

Teléfono: 999739121

Lima, 11 del mes de mayo del 2023

  
 -----  
 Firma





- Mtro. Luis Enrique Lozano Vieytes

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Luis Enrique Lozano Vieytes, con DNI N°41894276, especialista en Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, ostento el grado de Maestro en Gestión Ambiental y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Fichas de establecimiento de importancias locales (criterios socioambientales, subcriterios socioambientales y alternativas)** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023".

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.			X	
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			X	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.			X	
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		75 %			

Lugar y fecha: Lima, 12 de mayo del 2023

DNI N°: 41894276

Teléfono: 995903187

Lima, 12 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma

**¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Ambiental				Ambiental											
Técnico-económico				Técnico-económico											
Social				Social											
Vector Suma				Vector Suma							Índice Aleatorio de Consistencia IAC				

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS AMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)				Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)											
Profundidad de la napa freática				Profundidad de la napa freática											
Precipitaciones				Precipitaciones											
Vector Suma				Vector Suma							Índice Aleatorio de Consistencia IAC				

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Geología del suelo (Permeabilidad)				Geología del suelo (Permeabilidad)											
Distancia a fallas geológicas				Distancia a fallas geológicas											
Pendiente del terreno				Pendiente del terreno											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS SOCIALES																			
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES						MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
															$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancia a centros poblados						Distancia a centros poblados													
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje						Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje													
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores						Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores													
Distancia áreas agrícolas						Distancia áreas agrícolas													
Incidencia Visual						Incidencia Visual													
Vector Suma						Vector Suma										Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección de los vientos?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Uso actual del suelo				Uso actual del suelo											
Accesibilidad al área				Accesibilidad al área											
Dirección de los vientos				Dirección de los vientos											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS USO ACTUAL DEL SUELO															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pachecho (2008)  
Elaboración propia

Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ACCESIBILIDAD AL ÁREA															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

Según la dirección de los vientos ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Luis Enrique Lozano Vieytes, con DNI N°41894276, especialista en Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, ostento el grado de Maestro en Gestión Ambiental y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Fichas de establecimiento de importancias globales** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023".

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.			X	
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			X	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.			X	
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		75 %			

Lugar y fecha: Lima, 12 de mayo del 2023

DNI N°: 41894276

Teléfono: 995903187

Lima, 12 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma

### FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS GLOBALES

CRITERIO	IMPORTANCIA DEL CRITERIO (IC)	SUBCRITERIO	IMPORTANCIA DEL SUBCRITERIO (ISC)	IMPORTANCIA GLOBAL IG = ICxISC	PORCENTAJE (%)
Ambiental		Distancias a fuentes de aguas superficiales			
		Profundidad de la Napa Freática			
		Precipitaciones			
Técnico-económico		Geología del suelo (Permeabilidad)			
		Distancia a fallas geológicas			
		Pendiente del terreno			
Social		Distancia a centros poblados			
		Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje			
		Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores			
		Distancia áreas agrícolas			
		Incidencia Visual			

Fuente: Pacheco y Contreras (2008)  
Elaboración Propia

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE  
OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE**

Yo, Luis Enrique Lozano Vieytes, con DNI N°41894276, especialista en Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, ostento el grado de Maestro en Gestión Ambiental y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Ficha de Campo** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

**EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO**

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.			X	
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			X	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.			X	
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		75 %			

Lugar y fecha: Lima, 12 de mayo del 2023

DNI N°: 41894276

Teléfono: 995903187

Lima, 12 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma



## FICHA DE CAMPO

**ESTUDIO:** "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"



**Elaborado por:** Bach. Eduardo Grandez Quiñones

**Fecha:**

**Institución:** Universidad Nacional del Callao

### NOMBRE DEL ÁREA

### SUPERFICIE

### PERÍMETRO

### COORDENADAS UTM (POLIGONAL)

**DATUM:** WGS-84 Zona 19 L

VÉRTICE	ESTE	NORTE

### UBICACIÓN GENERAL:

DEPARTAMENTO:	DISTRITO:
PROVINCIA:	LOCALIDAD:

### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):
2. Cobertura vegetal :
3. Presencia de cuerpos de agua:
4. Distancia a centro poblados :
5. Actividades desarrolladas:
6. Acceso:

### USO ACTUAL DE SUELO

1. Categoría :
2. Sub-Clase:

### FOTOGRAFÍA:

Elaboración propia

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE RECOPIACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES Y/O ALFANUMÉRICOS

Yo, Luis Enrique Lozano Vieytes, con DNI N°41894276, especialista en Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, ostento el grado de Maestro en Gestión Ambiental y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Registro de datos geoespaciales y/o alfanuméricos** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.			X	
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.			X	
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			X	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.			X	
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		75 %			

Lugar y fecha: Lima, 12 de mayo del 2023

DNI N°: 41894276

Teléfono: 995903187

Lima, 12 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma



- Mtro. Manuel Daniel Olcese Huerta

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Manuel Daniel Olcese Huerta, con DNI N°07737617, especialista en gestión e impacto ambiental, ostento el grado de Maestro en Educación con Mención en Docencia Universitaria y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Geólogo. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Fichas de establecimiento de importancias locales (criterios socioambientales, subcriterios socioambientales y alternativas)** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023".

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				X
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.				X
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				X
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07737617

Teléfono: 986666310

Lima, 11 del mes de mayo del 2023

-----  
Firma

**¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Ambiental				Ambiental											
Técnico-económico				Técnico-económico											
Social				Social											
Vector Suma				Vector Suma							Índice Aleatorio de Consistencia IAC				

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS AMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)				Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)											
Profundidad de la napa freática				Profundidad de la napa freática											
Precipitaciones				Precipitaciones											
Vector Suma				Vector Suma							Índice Aleatorio de Consistencia IAC				

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Geología del suelo (Permeabilidad)				Geología del suelo (Permeabilidad)											
Distancia a fallas geológicas				Distancia a fallas geológicas											
Pendiente del terreno				Pendiente del terreno											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

**¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS SOCIALES																			
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES						MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
															$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancia a centros poblados						Distancia a centros poblados													
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje						Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje													
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores						Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores													
Distancia áreas agrícolas						Distancia áreas agrícolas													
Incidencia Visual						Incidencia Visual													
Vector Suma						Vector Suma										Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección de los vientos?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Uso actual del suelo				Uso actual del suelo											
Accesibilidad al área				Accesibilidad al área											
Dirección de los vientos				Dirección de los vientos											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS USO ACTUAL DEL SUELO															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ACCESIBILIDAD AL ÁREA															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia

Según la dirección de los vientos ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1				Alternativa 1											
Alternativa 2				Alternativa 2											
Alternativa 3				Alternativa 3											
Vector Suma				Vector Suma								Índice Aleatorio de Consistencia IAC			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración propia



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Manuel Daniel Olcese Huerta, con DNI N°07737617, especialista en gestión e impacto ambiental, ostento el grado de Maestro en Educación con Mención en Docencia Universitaria y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Geólogo. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Fichas de establecimiento de importancias globales** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				X
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.				X
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				X
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07737617

Teléfono: 986666310

Lima, 11 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma

### FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS GLOBALES

CRITERIO	IMPORTANCIA DEL CRITERIO (IC)	SUBCRITERIO	IMPORTANCIA DEL SUBCRITERIO (ISC)	IMPORTANCIA GLOBAL IG = ICxISC	PORCENTAJE (%)
Ambiental		Distancias a fuentes de aguas superficiales			
		Profundidad de la Napa Freática			
		Precipitaciones			
Técnico-económico		Geología del suelo (Permeabilidad)			
		Distancia a fallas geológicas			
		Pendiente del terreno			
Social		Distancia a centros poblados			
		Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje			
		Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores			
		Distancia áreas agrícolas			
		Incidencia Visual			

Fuente: Contreras y Pacheco (2008)  
Elaboración Propia

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE  
OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE**

Yo, Manuel Daniel Olcese Huerta, con DNI N°07737617, especialista en gestión e impacto ambiental, ostento el grado de Maestro en Educación con Mención en Docencia Universitaria y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Geólogo. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Ficha de Campo** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

**EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO**

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				X
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.				X
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				X
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07737617

Teléfono: 986666310

Lima, 11 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma

## FICHA DE CAMPO

**ESTUDIO:** "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"



**Elaborado por:** Bach. Eduardo Grandez Quiñones

**Fecha:**

**Institución:** Universidad Nacional del Callao

### NOMBRE DEL ÁREA

### SUPERFICIE

### PERÍMETRO

### COORDENADAS UTM (POLIGONAL)

**DATUM:** WGS-84 Zona 19 L

VÉRTICE	ESTE	NORTE

### UBICACIÓN GENERAL:

DEPARTAMENTO:	DISTRITO:
PROVINCIA:	LOCALIDAD:

### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):
2. Cobertura vegetal :
3. Presencia de cuerpos de agua:
4. Distancia a centro poblados :
5. Actividades desarrolladas:
6. Accesos:

### USO ACTUAL DE SUELO

1. Categoría :
2. Sub-Clase:

### FOTOGRAFÍA:

Elaboración propia

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE RECOPIACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES Y/O ALFANUMÉRICOS

Yo, Manuel Daniel Olcese Huerta, con DNI N°07737617, especialista en gestión e impacto ambiental, ostento el grado de Maestro en Educación con Mención en Docencia Universitaria y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Geólogo. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **registro de datos geoespaciales y/o alfanuméricos** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis “CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023”.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

### EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				X
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.				X
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite en manejo ágil de la información.				X
1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Bueno (51-75%) 4= Excelente (76-100%)					
PROMEDIO DE VALORACIÓN		95 %			

Lugar y fecha: Lima, 11 de mayo del 2023

DNI N°: 07737617

Teléfono: 986666310

Lima, 11 del mes de mayo del 2023



-----  
Firma



**ANEXO 3: BASE DE DATOS**

**FICHAS DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES (Primera etapa de gabinete)**

**Lic. Felipe Hernán Mendoza Tasayco (Biólogo) – Especialista Ambiental**

**¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Ambiental	1	5	7	Ambiental	0.745	0.789	0.636	0.724	72.40	3.108	3.108	3	2	0.093	<b>Matriz consistente</b>
Técnico-económico	0.2	1	3	Técnico-económico	0.149	0.158	0.273	0.193	19.30		0.054				
Social	0.143	0.333	1	Social	0.106	0.053	0.091	0.083	8.30		Índice Aleatorio de Consistencia IAC				
Vector Suma	<b>1.343</b>	<b>6.333</b>	<b>11</b>	Vector Suma	<b>1.343</b>	<b>6.333</b>	<b>11</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		0.58				

**¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?**

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS AMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1	0.111	0.333	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	0.077	0.085	0.053	0.071	7.14	3.052	3.052	3	2	0.045	<b>Matriz consistente</b>
Profundidad de la napa freática	9	1	5	Profundidad de la napa freática	0.692	0.763	0.789	0.748	74.82		0.026				
Precipitaciones	3	0.2	1	Precipitaciones	0.231	0.153	0.158	0.180	18.04		Índice Aleatorio de Consistencia IAC				
Vector Suma	<b>13</b>	<b>1.311</b>	<b>6.333</b>	Vector Suma	<b>13</b>	<b>1.311</b>	<b>6.333</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		0.58				

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Geología del suelo (Permeabilidad)	1	0.111	0.333	Geología del suelo (Permeabilidad)	0.077	0.087	0.045	0.070	7.00	3.100	3.100	3	2	0.086	<b>Matriz consistente</b>
Distancia a fallas geológicas	9	1	6	Distancia a fallas geológicas	0.692	0.783	0.818	0.764	76.40		0.050				
Pendiente del terreno	3	0.167	1	Pendiente del terreno	0.231	0.130	0.136	0.166	16.60		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58		
Vector Suma	<b>13</b>	<b>1.278</b>	<b>7.333</b>	Vector Suma	<b>13</b>	<b>1.278</b>	<b>7.333</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS SOCIALES																			
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES						MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
															$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancia a centros poblados	1	0.333	3	3	7	Distancia a centros poblados	0.208	0.158	0.396	0.290	0.292	0.2687	26.87	5.368	5.368	5	4	0.082	<b>Matriz consistente</b>
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	3	1	3	3	9	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.624	0.474	0.396	0.290	0.375	0.4317	43.17		0.092				
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.333	0.333	1	3	4	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.069	0.158	0.132	0.290	0.167	0.1632	16.32		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		1.12		
Distancia áreas agrícolas	0.333	0.333	0.333	1	3	Distancia áreas agrícolas	0.069	0.158	0.044	0.097	0.125	0.0986	9.86						
Incidencia Visual	0.143	0.111	0.250	0.333	1	Incidencia Visual	0.030	0.053	0.033	0.032	0.042	0.0378	3.78						
Vector Suma	<b>4.810</b>	<b>2.111</b>	<b>7.583</b>	<b>10.333</b>	<b>24</b>	Vector Suma	<b>4.810</b>	<b>2.111</b>	<b>7.583</b>	<b>10.333</b>	<b>24</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						



Lic. José Marcial Del Águila Villacorta (Sociólogo) – Especialista Social

¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Ambiental	1	3	0.2	Ambiental	0.158	0.231	0.153	0.1804	18.04	3.052	3.052	3	2	0.045	<b>Matriz consistente</b>
Técnico-económico	0.333	1	0.111	Técnico-económico	0.053	0.077	0.085	0.0714	7.14		0.026				
Social	5	9	1	Social	0.789	0.692	0.763	0.7482	74.82	3.052	Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58		
Vector Suma	<b>6.333</b>	<b>13</b>	<b>1.311</b>	Vector Suma	<b>6.333</b>	<b>13.000</b>	<b>1.311</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS AMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1	0.333	5	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	0.238	0.231	0.333	0.267	26.70	3.048	3.048	3	2	0.041	<b>Matriz consistente</b>
Profundidad de la napa freática	3	1	9	Profundidad de la napa freática	0.714	0.692	0.600	0.669	66.90		0.024				
Precipitaciones	0.200	0.111	1	Precipitaciones	0.048	0.077	0.067	0.064	6.40	3.048	Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58		
Vector Suma	<b>4.200</b>	<b>1.444</b>	<b>15</b>	Vector Suma	<b>4.200</b>	<b>1.444</b>	<b>15</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Geología del suelo (Permeabilidad)	1	6	4	Geología del suelo (Permeabilidad)	0.706	0.750	0.667	0.708	70.80	3.027	3.027	3	2	0.023	<b>Matriz consistente</b>
Distancia a fallas geológicas	0.167	1	1	Distancia a fallas geológicas	0.118	0.125	0.167	0.136	13.60		0.014				
Pendiente del terreno	0.250	1	1	Pendiente del terreno	0.176	0.125	0.167	0.156	15.60		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58		
Vector Suma	<b>1.417</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	Vector Suma	<b>1.417</b>	<b>8.000</b>	<b>6.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS SOCIALES																			
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES						MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
															$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancia a centros poblados	1	8	3	3	1	Distancia a centros poblados	0.358	0.296	0.548	0.222	0.305	0.346	34.59	5.212	5.212	5	4	0.047	<b>Matriz consistente</b>
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.125	1	0.143	0.500	0.111	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.045	0.037	0.026	0.037	0.034	0.036	3.58		0.053				
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.333	7	1	3	1	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.119	0.259	0.183	0.222	0.305	0.218	21.77		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		1.12		
Distancia áreas agrícolas	0.333	2	0.333	1	0.167	Distancia áreas agrícolas	0.119	0.074	0.061	0.074	0.051	0.076	7.59						
Incidencia Visual	1	9	1	6	1	Incidencia Visual	0.358	0.333	0.183	0.444	0.305	0.325	32.47						
Vector Suma	<b>2.792</b>	<b>27</b>	<b>5.476</b>	<b>13.5</b>	<b>3.278</b>	Vector Suma	<b>2.792</b>	<b>27</b>	<b>5.476</b>	<b>13.5</b>	<b>3.278</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el criterio más importante al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la protección ambiental, la viabilidad técnico-económica o la prevención de los posibles conflictos sociales?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criterios	Ambiental	Técnico-económico	Social	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Ambiental	1	3	0.333	Ambiental	0.231	0.300	0.222	0.251	25.10	3.027	3.027	3	2	0.023	<b>Matriz consistente</b>
Técnico-económico	0.333	1	0.167	Técnico-económico	0.077	0.100	0.111	0.096	9.60		0.014				
Social	3	6	1	Social	0.692	0.600	0.667	0.653	65.30	3.027	Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58	0.023	<b>Matriz consistente</b>
Vector Suma	<b>4.333</b>	<b>10</b>	<b>1.500</b>	Vector Suma	<b>4.333</b>	<b>10</b>	<b>1.500</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para proteger el ambiente al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a fuentes de aguas superficiales, la profundidad de la napa freática o la cantidad de precipitaciones?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS AMBIENTALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Criterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1	2	3	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	0.545	0.600	0.429	0.525	52.47	3.065	3.065	3	2	0.056	<b>Matriz consistente</b>
Profundidad de la napa freática	0.500	1	3	Profundidad de la napa freática	0.273	0.300	0.429	0.334	33.38		0.033				
Precipitaciones	0.333	0.333	1	Precipitaciones	0.182	0.100	0.143	0.142	14.16	3.065	Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58	0.056	<b>Matriz consistente</b>
Vector Suma	<b>1.833</b>	<b>3.333</b>	<b>7</b>	Vector Suma	<b>1.833</b>	<b>3.333</b>	<b>7.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la viabilidad técnico-económica al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la permeabilidad del suelo, la distancia a fallas geológicas, pendiente del terreno?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Criterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Geología del suelo (Permeabilidad)	1	0.500	2	Geología del suelo (Permeabilidad)	0.286	0.273	0.333	0.297	29.70	3.012	3.012	3	2	0.010	<b>Matriz consistente</b>
Distancia a fallas geológicas	2	1	3	Distancia a fallas geológicas	0.571	0.545	0.500	0.539	53.90		0.006				
Pendiente del terreno	0.500	0.333	1	Pendiente del terreno	0.143	0.182	0.167	0.164	16.40	Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.58			
Vector Suma	<b>3.500</b>	<b>1.833</b>	<b>6</b>	Vector Suma	<b>3.500</b>	<b>1.833</b>	<b>6</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

¿Cuál es el subcriterio más importante para evitar posibles conflictos sociales al momento de ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna: la distancia a centros poblados, la distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje, la distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores, o la distancia a áreas agrícolas?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS SOCIALES																			
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES						MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Subcriterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
															$\lambda_{max}$	n	n-1		
Distancia a centros poblados	1	5	1	1	5	Distancia a centros poblados	0.294	0.600	0.238	0.238	0.263	0.327	32.67	5.341	5.341	5	4	0.076	<b>Matriz consistente</b>
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.200	1	1	1	3	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.059	0.120	0.238	0.238	0.158	0.163	16.26		0.085				
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	1	1	1	1	5	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.294	0.120	0.238	0.238	0.263	0.231	23.07	Índice Aleatorio de Consistencia IAC		1.12			
Distancia áreas agrícolas	1	1	1	1	5	Distancia áreas agrícolas	0.294	0.120	0.238	0.238	0.263	0.231	23.07						
Incidencia Visual	0.200	0.333	0.200	0.200	1	Incidencia Visual	0.059	0.040	0.048	0.048	0.053	0.049	4.93						
Vector Suma	<b>3.400</b>	<b>8.333</b>	<b>4.200</b>	<b>4.200</b>	<b>19</b>	Vector Suma	<b>3.400</b>	<b>8.333</b>	<b>4.200</b>	<b>4.200</b>	<b>19</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

**FICHAS DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES – PROMEDIO GEOMÉTRICO (Primera etapa de gabinete)**

**CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES**

Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)				Grover Pelaez (Especialista Sanitario)				José del Águila (Especialista Social)				Promedio Geométrico			
Criteria	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criteria	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criteria	Ambiental	Técnico-económico	Social	Criteria	Ambiental	Técnico-económico	Social
Ambiental	1.000	5.000	7.000	Ambiental	1.000	3.000	0.333	Ambiental	1.000	3.000	0.200	Ambiental	1.000	3.557	0.776
Técnico-económico	0.200	1.000	3.000	Técnico-económico	0.333	1.000	0.167	Técnico-económico	0.333	1.000	0.111	Técnico-económico	0.281	1.000	0.382
Social	0.143	0.333	1.000	Social	3.000	6.000	1.000	Social	5.000	9.000	1.000	Social	1.289	2.621	1.000

**SUBCRITERIOS AMBIENTALES**

Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)				Grover Pelaez (Especialista Sanitario)				José del Águila (Especialista Social)				Promedio Geométrico			
Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones	Subcriterios	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	Profundidad de la Napa Freática	Precipitaciones
Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1.000	0.111	0.333	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1.000	2.000	3.000	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1.000	0.333	5.000	Distancias a fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	1.000	0.420	1.710
Profundidad de la Napa Freática	9.000	1.000	5.000	Profundidad de la Napa Freática	0.500	1.000	3.000	Profundidad de la Napa Freática	3.000	1.000	9.000	Profundidad de la Napa Freática	2.381	1.000	5.130
Precipitaciones	3.000	0.200	1.000	Precipitaciones	0.333	0.333	1.000	Precipitaciones	0.200	0.111	1.000	Precipitaciones	0.585	0.195	1.000

**SUBCRITERIOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS**

Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)				Grover Pelaez (Especialista Sanitario)				José del Águila (Especialista Social)				Promedio Geométrico			
Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno	Subcriterios	Geología del suelo (Permeabilidad)	Distancia a fallas geológicas	Pendiente del terreno
Geología del suelo (Permeabilidad)	1.000	0.111	0.333	Geología del suelo (Permeabilidad)	1.000	0.500	2.000	Geología del suelo (Permeabilidad)	1.000	6.000	4.000	Geología del suelo (Permeabilidad)	1.000	0.693	1.386
Distancia a fallas geológicas	9.000	1.000	6.000	Distancia a fallas geológicas	2.000	1.000	3.000	Distancia a fallas geológicas	0.167	1.000	1.000	Distancia a fallas geológicas	1.443	1.000	2.621
Pendiente del terreno	3.000	0.167	1.000	Pendiente del terreno	0.500	0.333	1.000	Pendiente del terreno	0.250	1.000	1.000	Pendiente del terreno	0.721	0.382	1.000

**SUBCRITERIOS SOCIALES**

Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)						Grover Pelaez (Especialista Sanitario)						José del Águila (Especialista Social)						Promedio Geométrico					
Sub criterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Sub criterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Sub criterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual	Sub criterios	Distancia a centros poblados	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	Distancia áreas agrícolas	Incidencia Visual
Distancia a centros poblados	1.000	0.333	3.000	3.000	7.000	Distancia a centros poblados	1.000	5.000	1.000	1.000	5.000	Distancia a centros poblados	1.000	8.000	3.000	3.000	1.000	Distancia a centros poblados	1.000	2.370	2.080	2.080	3.271
Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	3.000	1.000	3.000	3.000	9.000	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.200	1.000	1.000	1.000	3.000	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.125	1.000	0.143	0.500	0.111	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje	0.422	1.000	0.754	1.145	1.442
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.333	0.333	1.000	3.000	4.000	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.333	7.000	1.000	3.000	1.000	Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores	0.480	1.326	1.000	2.080	2.714
Distancia áreas agrícolas	0.333	0.333	0.333	1.000	3.000	Distancia áreas agrícolas	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000	Distancia áreas agrícolas	0.333	2.000	0.333	1.000	0.167	Distancia áreas agrícolas	0.480	0.873	0.480	1.000	1.358
Incidencia Visual	0.143	0.111	0.250	0.333	1.000	Incidencia Visual	0.200	0.333	0.200	0.200	1.000	Incidencia Visual	1.000	9.000	1.000	6.000	1.000	Incidencia Visual	0.306	0.693	0.368	0.737	1.000

FICHAS DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES (Segunda etapa de gabinete)

Lic. Felipe Hernán Mendoza Tasayco – Especialista Ambiental

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección de los vientos?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS AMBIENTALES, TÉCNICOS-ECONÓMICOS Y SOCIALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Uso actual del suelo	1	0.200	0.143	Uso actual del suelo	0.077	0.048	0.097	0.074	7.40	3.100	3.100	3	2	0.086	<b>Matriz consistente</b>
Accesibilidad al área	5	1	0.333	Accesibilidad al área	0.385	0.238	0.226	0.283	28.30		0.050				
Dirección de los vientos	7	3.000	1	Dirección de los vientos	0.538	0.714	0.677	0.643	64.30		Índice Aleatorio de Consistencia IAC				
Vector Suma	13	4.200	1.476	Vector Suma	13.000	4.200	1.476	1.000	100.00		0.58				

Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES ALTERNATIVAS – USO ACTUAL DE SUELO																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	4	7	7	Alternativa 1	0.651	0.741	0.500	0.500	0.598	59.80	4.263	4.263	4	3	0.097	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	0.250	1	5	5	Alternativa 2	0.163	0.185	0.357	0.357	0.266	26.56		0.088				
Alternativa 3	0.143	0.200	1	1	Alternativa 3	0.093	0.037	0.071	0.071	0.068	6.82		Índice Aleatorio de Consistencia IAC				
Alternativa 4	0.143	0.200	1	1	Alternativa 4	0.093	0.037	0.071	0.071	0.068	6.82		0.90				
Vector Suma	1.536	5.400	14	14	Vector Suma	1.536	5.400	14	14	1.000	100.00						

Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES ALTERNATIVAS - ACCESIBILIDAD AL ÁREA																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	7	5	7	Alternativa 1	0.673	0.700	0.625	0.700	0.675	67.45	4.027	4.027	4	3	0.010	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	0.143	1	1	1	Alternativa 2	0.096	0.100	0.125	0.100	0.105	10.53		0.009				
Alternativa 3	0.200	1	1	1	Alternativa 3	0.135	0.100	0.125	0.100	0.115	11.49						
Alternativa 4	0.143	1	1	1	Alternativa 4	0.096	0.100	0.125	0.100	0.105	10.53						
Vector Suma	<b>1.486</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	Vector Suma	<b>1.486</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.9		

Según la dirección de los vientos ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES ALTERNATIVAS - DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	0.500	0.500	2	Alternativa 1	0.182	0.231	0.091	0.286	0.197	19.73	4.214	4.214	4	3	0.079	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	2	1	3.000	3	Alternativa 2	0.364	0.462	0.545	0.429	0.450	44.98		0.071				
Alternativa 3	2	0.333	1	1	Alternativa 3	0.364	0.154	0.182	0.143	0.211	21.05						
Alternativa 4	0.500	0.333	1	1	Alternativa 4	0.091	0.154	0.182	0.143	0.142	14.24						
Vector Suma	<b>5.500</b>	<b>2.167</b>	<b>5.500</b>	<b>7.000</b>	Vector Suma	<b>5.500</b>	<b>2.167</b>	<b>5.500</b>	<b>7</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.9		



¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección de los vientos?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS AMBIENTALES, TÉCNICOS-ECONÓMICOS Y SOCIALES															
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA					
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
											$\lambda_{max}$	n	n-1		
Uso actual del suelo	1	0.25	2	Uso actual del suelo	0.182	0.179	0.200	0.187	18.70	3.004	3.004	3	2	0.004	<b>Matriz consistente</b>
Accesibilidad al área	4	1	7	Accesibilidad al área	0.727	0.718	0.700	0.715	71.50		0.002				
Dirección de los vientos	0.500	0.143	1	Dirección de los vientos	0.091	0.103	0.100	0.098	9.80		Índice Aleatorio de Consistencia IAC				
Vector Suma	<b>5.500</b>	<b>1.393</b>	<b>10</b>	Vector Suma	<b>5.500</b>	<b>1.393</b>	<b>10</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		0.58				

Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ALTERNATIVAS - USO ACTUAL DEL SUELO																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	5	8	8	Alternativa 1	0.690	0.750	0.615	0.615	0.668	66.76	4.102	4.102	4	3	0.038	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	0.200	1	3	3	Alternativa 2	0.138	0.150	0.231	0.231	0.187	18.74		0.034				
Alternativa 3	0.125	0.333	1	1	Alternativa 3	0.086	0.050	0.077	0.077	0.073	7.25		Índice Aleatorio de Consistencia IAC				
Alternativa 4	0.125	0.333	1	1	Alternativa 4	0.086	0.050	0.077	0.077	0.073	7.25		0.9				
Vector Suma	<b>1.450</b>	<b>6.667</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	Vector Suma	<b>1.450</b>	<b>6.667</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>						

Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ALTERNATIVAS - ACCESIBILIDAD AL ÁREA																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	7	9	9	Alternativa 1	0.733	0.700	0.750	0.750	0.733	73.30	4.019	4.019	4	3	0.007	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	0.143	1	1	1	Alternativa 2	0.105	0.100	0.083	0.083	0.093	9.30		0.006				
Alternativa 3	0.111	1	1	1	Alternativa 3	0.081	0.100	0.083	0.083	0.087	8.70						
Alternativa 4	0.111	1	1	1	Alternativa 4	0.081	0.100	0.083	0.083	0.087	8.70						
Vector Suma	1.365	10	12	12	Vector Suma	<b>1.365</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.9		

Según la dirección del viento ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ALTERNATIVAS - DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	1	7	7	Alternativa 1	0.438	0.417	0.500	0.500	0.464	46.35	4.021	4.021	4	3	0.008	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	1	1	5	5	Alternativa 2	0.438	0.417	0.357	0.357	0.392	39.21		0.007				
Alternativa 3	0.143	0.200	1	1	Alternativa 3	0.063	0.083	0.071	0.071	0.072	7.22						
Alternativa 4	0.143	0.200	1	1	Alternativa 4	0.063	0.083	0.071	0.071	0.072	7.22						
Vector Suma	2.286	2.400	14	14	Vector Suma	<b>2.286</b>	<b>2.400</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.9		

Ing. Grover Peláez (Ingeniero Sanitario) – Especialista Sanitario

¿Cuál es el subcriterio más importante para garantizar la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Tacna: el uso actual del suelo, la accesibilidad al área, o la dirección de los vientos?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES SUBCRITERIOS AMBIENTALES, TÉCNICOS-ECONÓMICOS Y SOCIALES																
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES				MATRIZ DE NORMALIZACIÓN						CONSISTENCIA LÓGICA						
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección de los vientos	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia	
											$\lambda_{max}$	n	n-1			
Uso actual del suelo	1	0.143	0.333	Uso actual del suelo	0.091	0.106	0.053	0.083	8.30	3.108	3.108	3	2	0.093	<b>Matriz consistente</b>	
Accesibilidad al área	7	1	5	Accesibilidad al área	0.636	0.745	0.789	0.724	72.40		0.054					
Dirección de los vientos	3	0.200	1	Dirección de los vientos	0.273	0.149	0.158	0.193	19.30		Índice Aleatorio de Consistencia IAC					0.58
Vector Suma	11	1.343	6.333	Vector Suma	<b>11.000</b>	<b>1.343</b>	<b>6.333</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>							

Según el uso actual de suelo ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ALTERNATIVAS - USO ACTUAL DEL SUELO																		
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA						
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia	
													$\lambda_{max}$	n	n-1			
Alternativa 1	1	7	5	5	Alternativa 1	0.648	0.500	0.682	0.682	0.628	62.79	4.122	4.122	4	3	0.045	<b>Matriz consistente</b>	
Alternativa 2	0.143	1	0.333	0.333	Alternativa 2	0.093	0.071	0.045	0.045	0.064	6.37		0.041					
Alternativa 3	0.200	3	1	1	Alternativa 3	0.130	0.214	0.136	0.136	0.154	15.42		Índice Aleatorio de Consistencia IAC					0.9
Alternativa 4	0.200	3	1.000	1	Alternativa 4	0.130	0.214	0.136	0.136	0.154	15.42							
Vector Suma	<b>1.543</b>	<b>14</b>	<b>7.333</b>	<b>7.333</b>	Vector Suma	<b>1.543</b>	<b>14</b>	<b>7.333</b>	<b>7.333</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>							

Según la accesibilidad al área ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ALTERNATIVAS - ACCESIBILIDAD AL ÁREA																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	9	7	7	Alternativa 1	0.716	0.643	0.737	0.737	0.708	70.80	4.051	4.051	4	3	0.019	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	0.111	1	0.5	0.5	Alternativa 2	0.080	0.071	0.053	0.053	0.064	6.40		0.017				
Alternativa 3	0.143	2	1	1	Alternativa 3	0.102	0.143	0.105	0.105	0.114	11.40						
Alternativa 4	0.143	2	1	1	Alternativa 4	0.102	0.143	0.105	0.105	0.114	11.40						
Vector Suma	<b>1.397</b>	<b>14.000</b>	<b>9.500</b>	<b>9.500</b>	Vector Suma	<b>1.397</b>	<b>14</b>	<b>9.500</b>	<b>9.500</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.9		

Según la dirección del viento ¿Cuál es la alternativa más importante para ubicar un relleno sanitario en el distrito de Tacna?

FICHA DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS ALTERNATIVAS - DIRECCIÓN DEL VIENTO																	
MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES					MATRIZ DE NORMALIZACIÓN							CONSISTENCIA LÓGICA					
Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Vector prioritario	Vector prioritario (%)	$\lambda_{max}$	Índice de Consistencia IC			Relación de Consistencia RC<0.1	Evaluación de Consistencia
													$\lambda_{max}$	n	n-1		
Alternativa 1	1	0.333	5	5	Alternativa 1	0.227	0.206	0.357	0.357	0.287	28.69	4.129	4.129	4	3	0.048	<b>Matriz consistente</b>
Alternativa 2	3	1	7	7	Alternativa 2	0.682	0.618	0.500	0.500	0.575	57.49		0.043				
Alternativa 3	0.200	0.143	1	1	Alternativa 3	0.045	0.088	0.071	0.071	0.069	6.91						
Alternativa 4	0.200	0.143	1	1	Alternativa 4	0.045	0.088	0.071	0.071	0.069	6.91						
Vector Suma	<b>4.400</b>	<b>1.619</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	Vector Suma	<b>4.400</b>	<b>1.619</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>1.000</b>	<b>100.00</b>		Índice Aleatorio de Consistencia IAC		0.9		

**FICHAS DE ESTABLECIMIENTO DE IMPORTANCIAS LOCALES – PROMEDIO GEOMÉTRICO (Segunda etapa de gabinete)**

**PROMEDIO GEOMÉTRICO - SUBCRITERIOS SOCIOAMBIENTALES**

Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)				Grover Peláez (Especialista Sanitario)				José del Águila (Especialista Social)				Promedio Geométrico			
Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección del viento	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección del viento	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección del viento	Subcriterios	Uso actual del suelo	Accesibilidad al área	Dirección del viento
Uso actual del suelo	1	0.200	0.143	Uso actual del suelo	1	0.143	0.333	Uso actual del suelo	1	0.250	2	Uso actual del suelo	1	0.193	0.457
Accesibilidad al área	5	1	0.333	Accesibilidad al área	7	1	5	Accesibilidad al área	4	1	7	Accesibilidad al área	5.192	1	2.268
Dirección del viento	7	3	1	Dirección del viento	3	0.200	1	Dirección del viento	0.500	0.143	1	Dirección del viento	2.190	0.441	1

**PROMEDIO GEOMÉTRICO - ALTERNATIVAS (USO ACUTAL DEL SUELO)**

Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)					Grover Peláez (Especialista Sanitario)					José del Águila (Especialista Social)					Promedio Geométrico				
Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04
Alternativa 01	1	4	7	7	Alternativa 01	1	7	5	5	Alternativa 01	1	5	8	8	Alternativa 01	1	5.192	6.542	6.542
Alternativa 02	0.250	1	5	5	Alternativa 02	0.143	1.000	0.333	0.333	Alternativa 02	0.200	1	3	3	Alternativa 02	0.193	1	1.710	1.710
Alternativa 03	0.143	0.200	1	1	Alternativa 03	0.200	3	1	1	Alternativa 03	0.125	0.333	1	1	Alternativa 03	0.153	0.585	1	1
Alternativa 04	0.143	0.200	1	1	Alternativa 04	0.200	3	1	1	Alternativa 04	0.125	0.333	1.000	1	Alternativa 04	0.153	0.585	1.000	1

**PROMEDIO GEOMÉTRICO - ALTERNATIVAS (ACCESIBILIDAD AL ÁREA)**

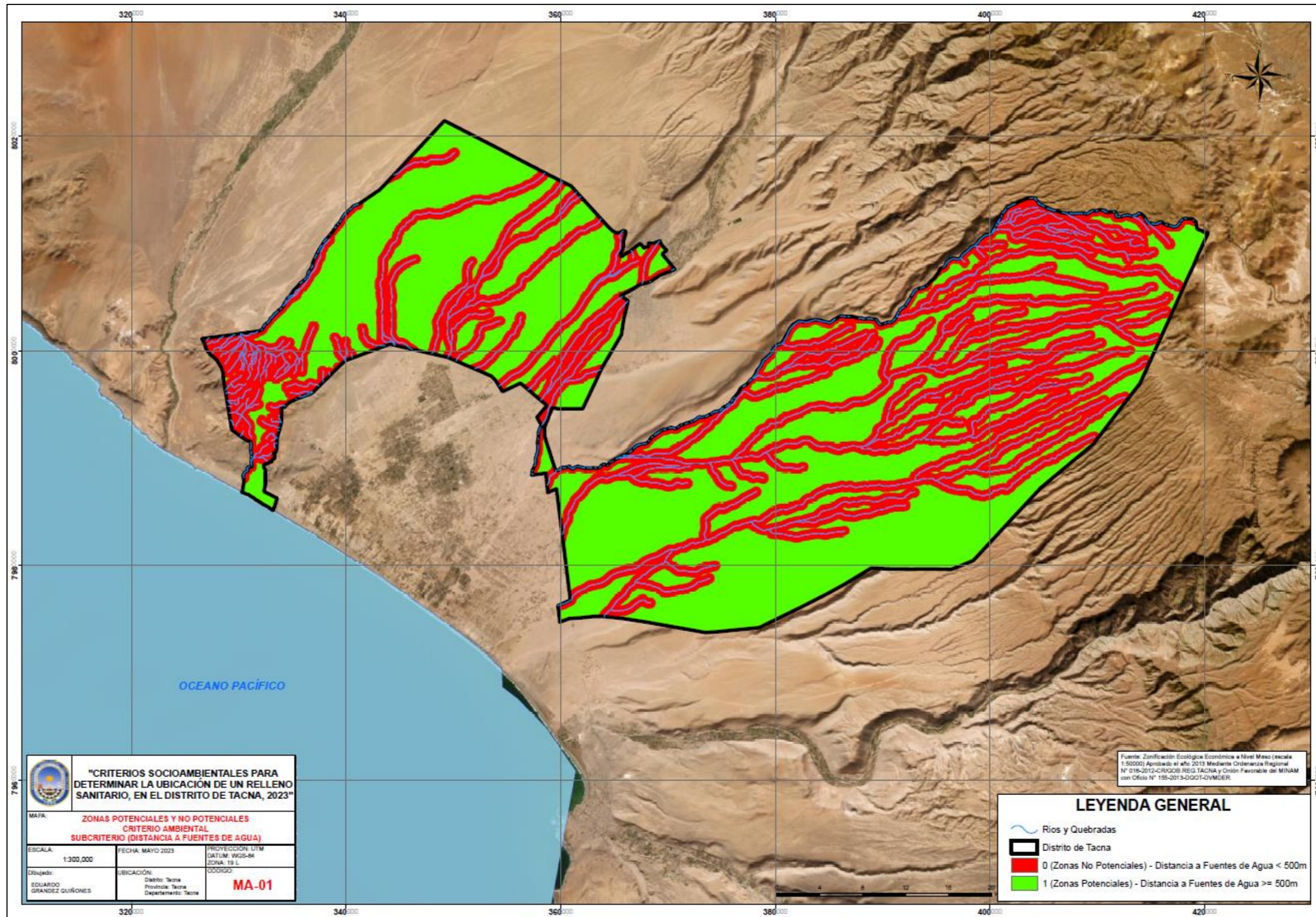
Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)					Grover Peláez (Especialista Sanitario)					José del Águila (Especialista Social)					Promedio Geométrico				
Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	Alternativas	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04
Alternativa 01	1	7	5	7	Alternativa 01	1	9	7	7	Alternativa 01	1	7	9	9	Alternativa 01	1	7.612	6.804	7.612
Alternativa 02	0.143	1	1	1	Alternativa 02	0.111	1	0.500	0.500	Alternativa 02	0.143	1	1	1	Alternativa 02	0.131	1	0.794	0.794
Alternativa 03	0.200	1	1	1	Alternativa 03	0.143	2	1	1	Alternativa 03	0.111	1	1	1	Alternativa 03	0.147	1.260	1	1
Alternativa 04	0.143	1	1	1	Alternativa 04	0.143	2	1	1	Alternativa 04	0.111	1	1	1	Alternativa 04	0.131	1.260	1	1

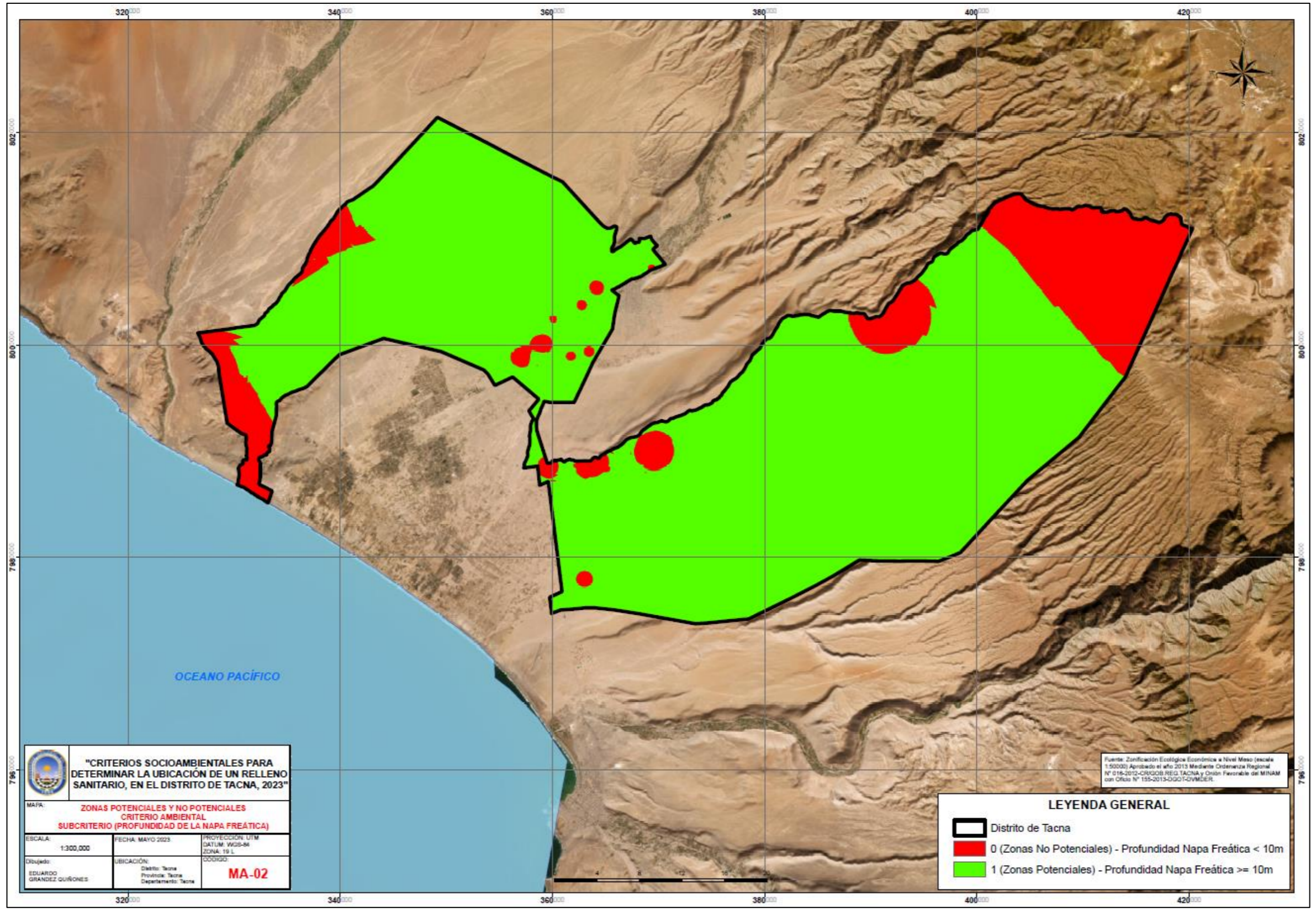
**PROMEDIO GEOMÉTRICO - ALTERNATIVAS (DIRECCIÓN DEL VIENTO)**


<b>Felipe Mendoza (Especialista Ambiental)</b>					<b>Grover Peláez (Especialista Sanitario)</b>					<b>José del Aguila (Especialista Social)</b>					<b>Promedio Geométrico</b>				
<b>Alternativas</b>	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	<b>Alternativas</b>	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	<b>Alternativas</b>	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04	<b>Alternativas</b>	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 03	Alternativa 04
Alternativa 01	1	0.500	0.500	2	Alternativa 01	1	0.333	5	5	Alternativa 01	1	1	7	7	Alternativa 01	1	0.550	2.596	4.121
Alternativa 02	2	1	3	3	Alternativa 02	3	1	7	7	Alternativa 02	1	1	5	5	Alternativa 02	1.817	1	4.718	4.718
Alternativa 03	2	0.333	1	1	Alternativa 03	0.200	0.143	1	1	Alternativa 03	0.143	0.200	1	1	Alternativa 03	0.385	0.212	1	1
Alternativa 04	0.500	0.333	1	1	Alternativa 04	0.200	0.143	1	1	Alternativa 04	0.143	0.200	1	1	Alternativa 04	0.243	0.212	1	1




# MAPAS TEMÁTICOS (Primera etapa de gabinete)

## Mapas de zonas potenciales y no potenciales



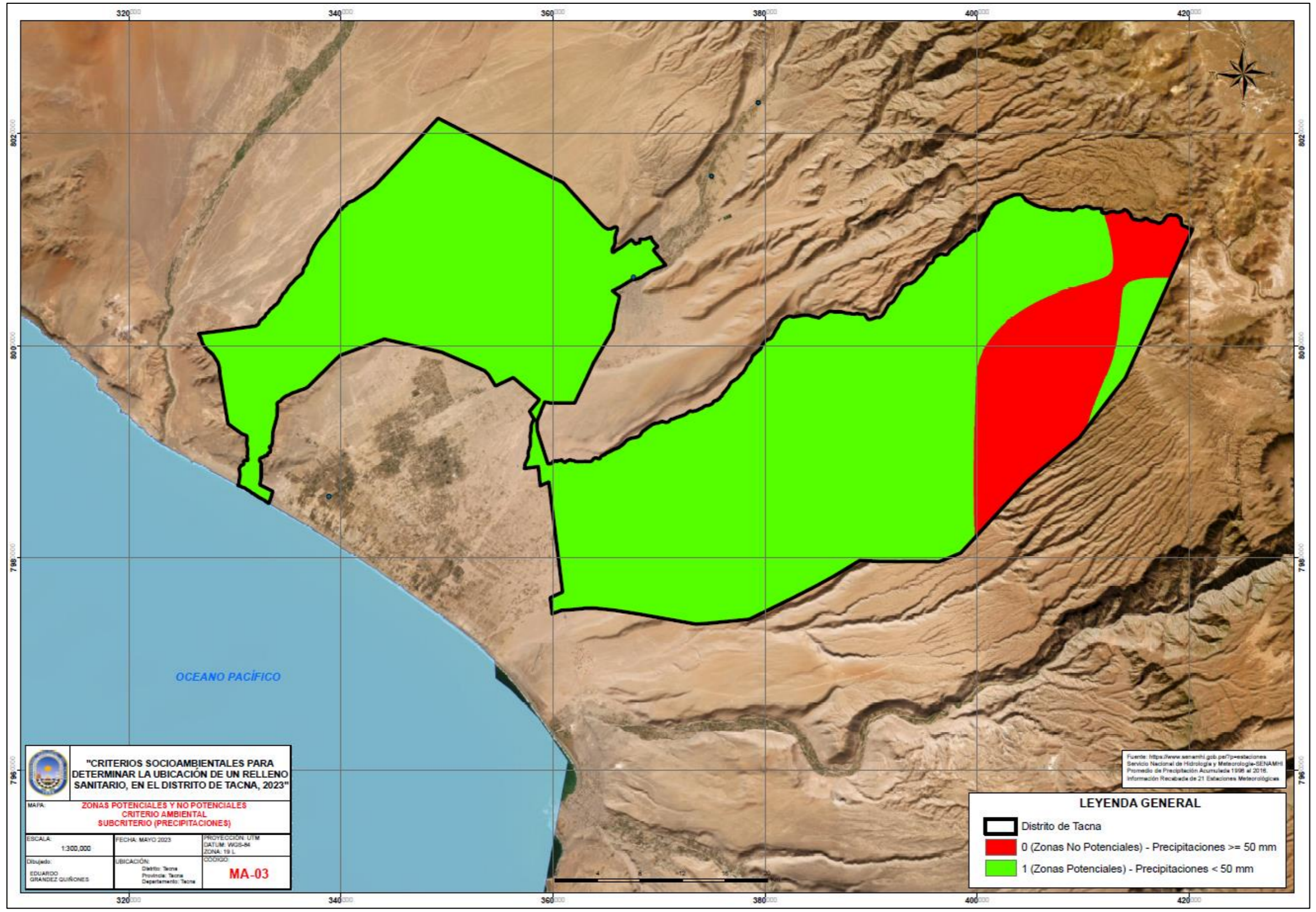


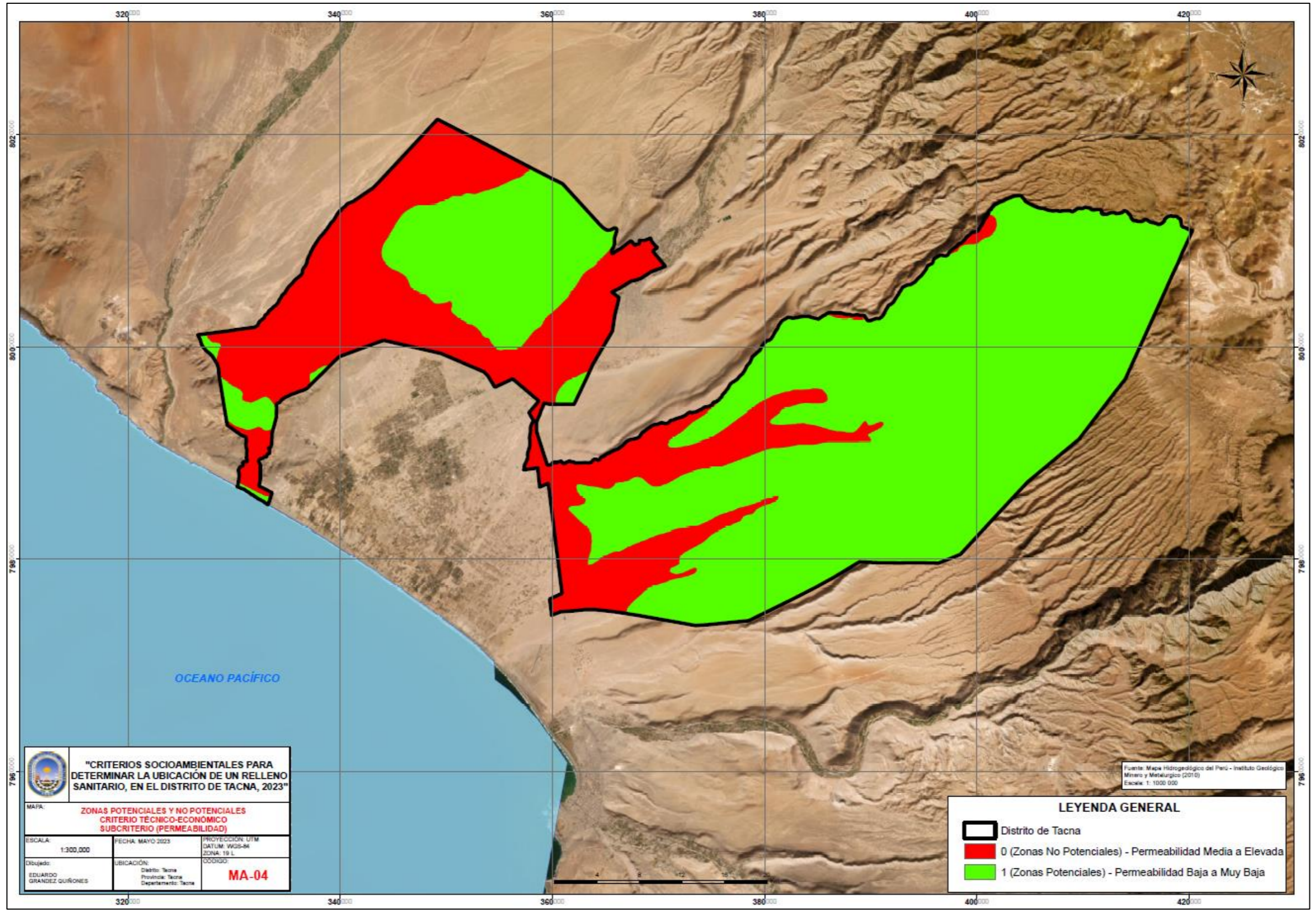

**"CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"**  
 MAPA: **ZONAS POTENCIALES Y NO POTENCIALES**  
 CRITERIO AMBIENTAL  
**SUBCRITERIO (PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA)**  
 ESCALA: 1:300,000    FECHA: MAYO 2023    PROYECCIÓN UTM  
 DATUM: WGS-84    ZONA: 19 L  
 Dibujado: EDUARDO GRANDEZ QUIRÓNES    UBICACIÓN: Distrito: Tacna, Provincia: Tacna, Departamento: Tacna    CÓDIGO: **MA-02**

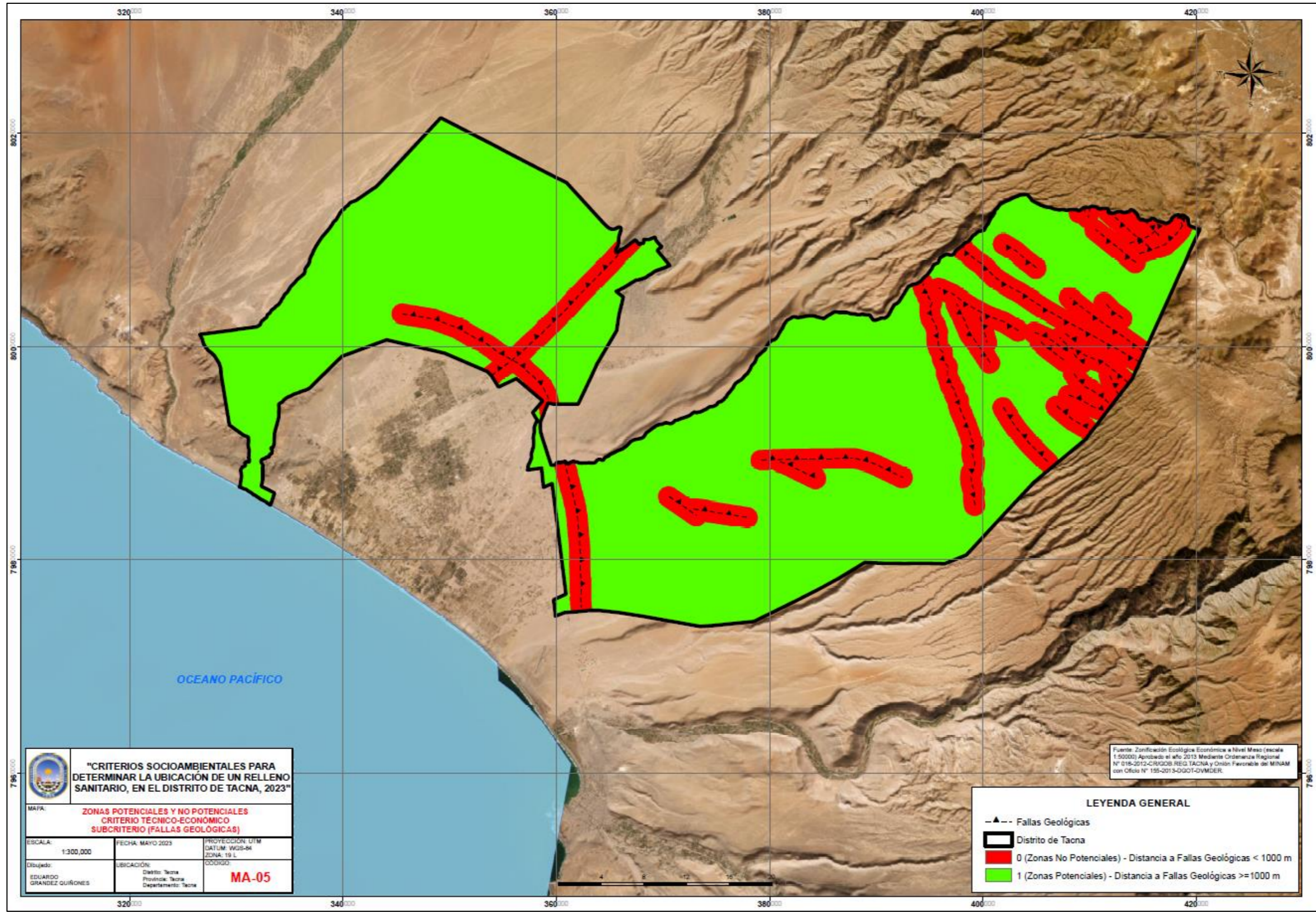
**LEYENDA GENERAL**  
 Distrito de Tacna  
 0 (Zonas No Potenciales) - Profundidad Napa Freática < 10m  
 1 (Zonas Potenciales) - Profundidad Napa Freática >= 10m

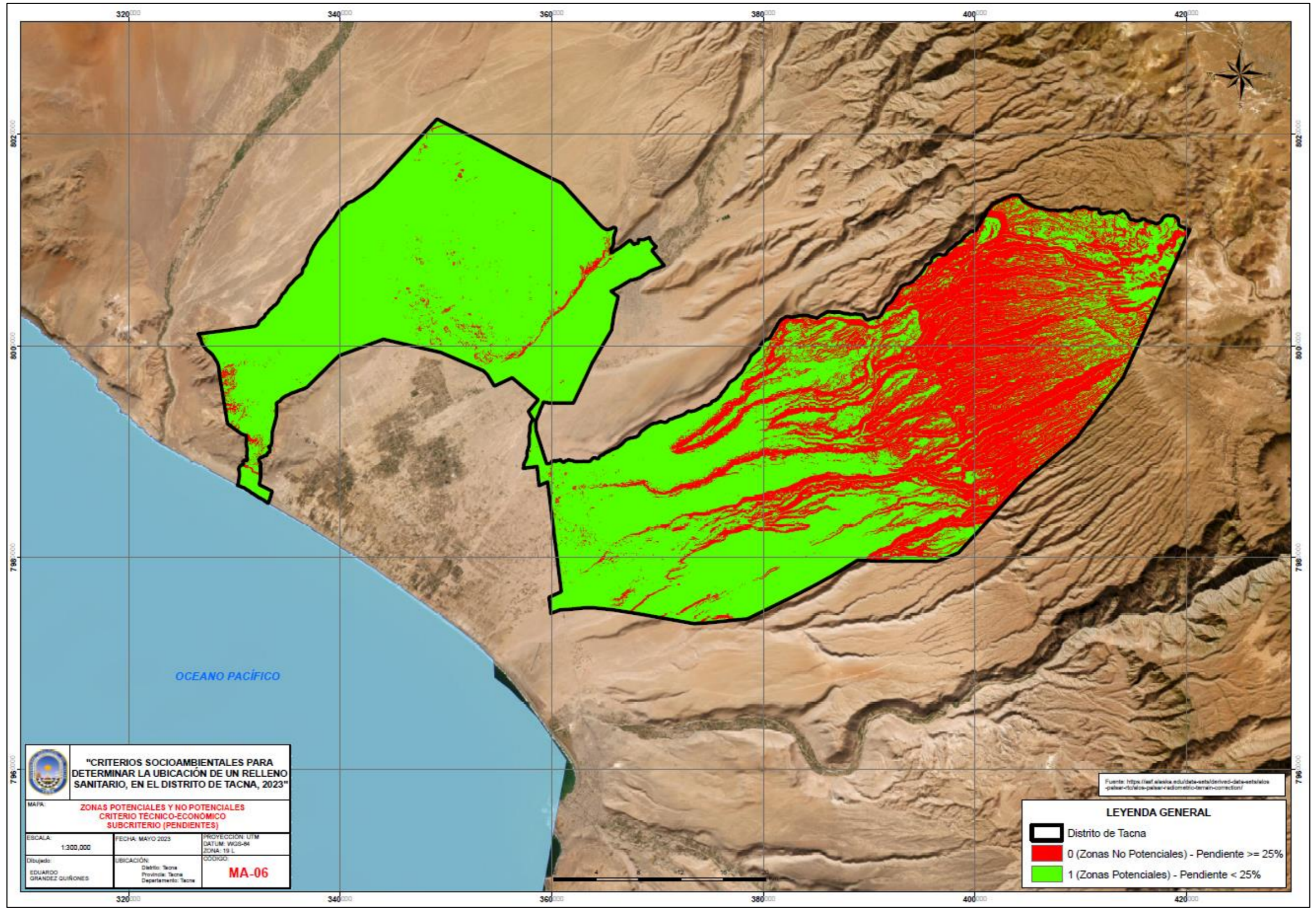
Fuente: Zonificación Ecológica Económica a Nivel Meso (escala 1:50000) Aprobado el año 2013 Mediante Ordenanza Regional N° 016-2012-CR/GOB.REG.TACNA y Unión Favorable del MINAM con Oficio N° 155-2013-0001-00VMDER.

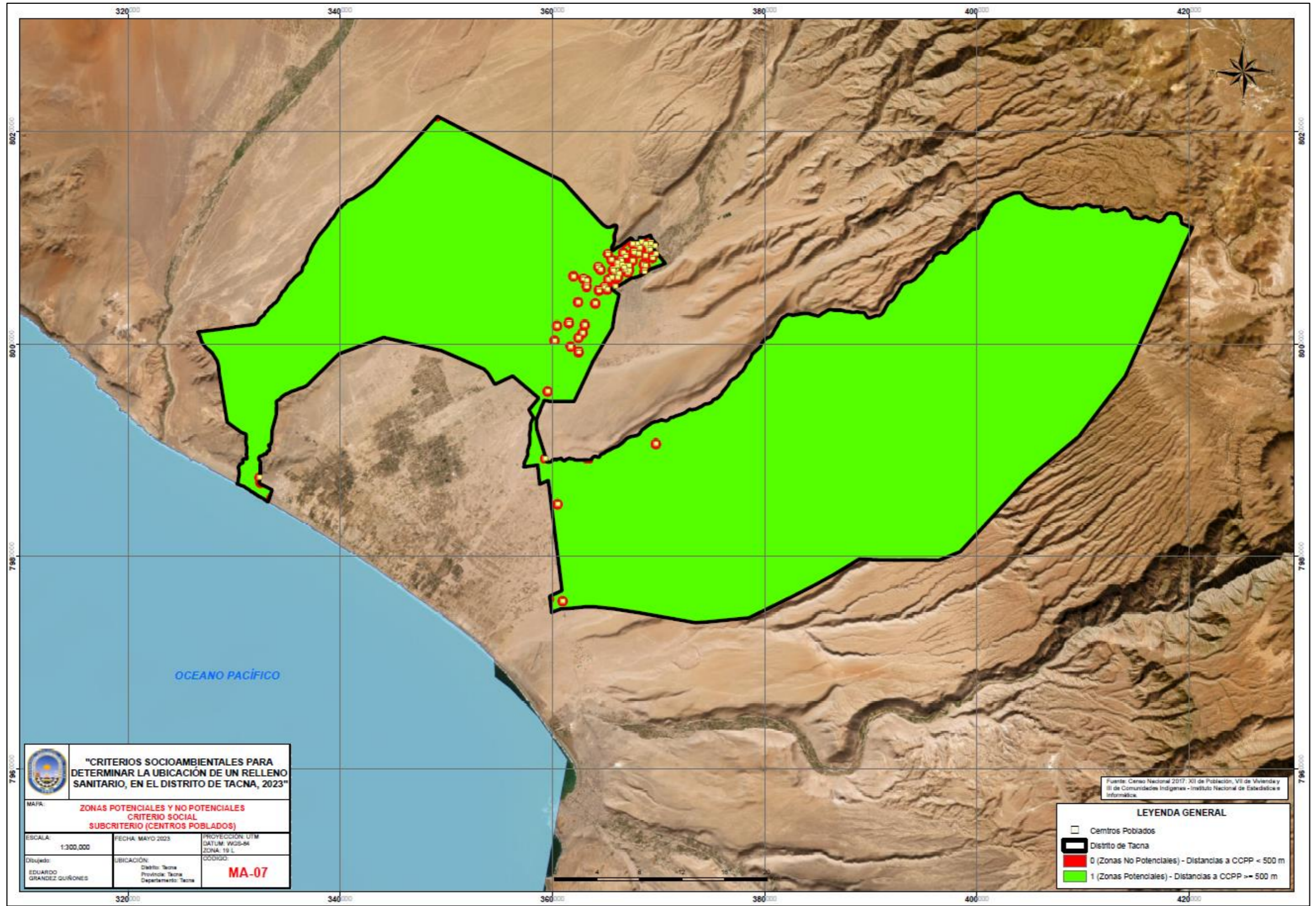


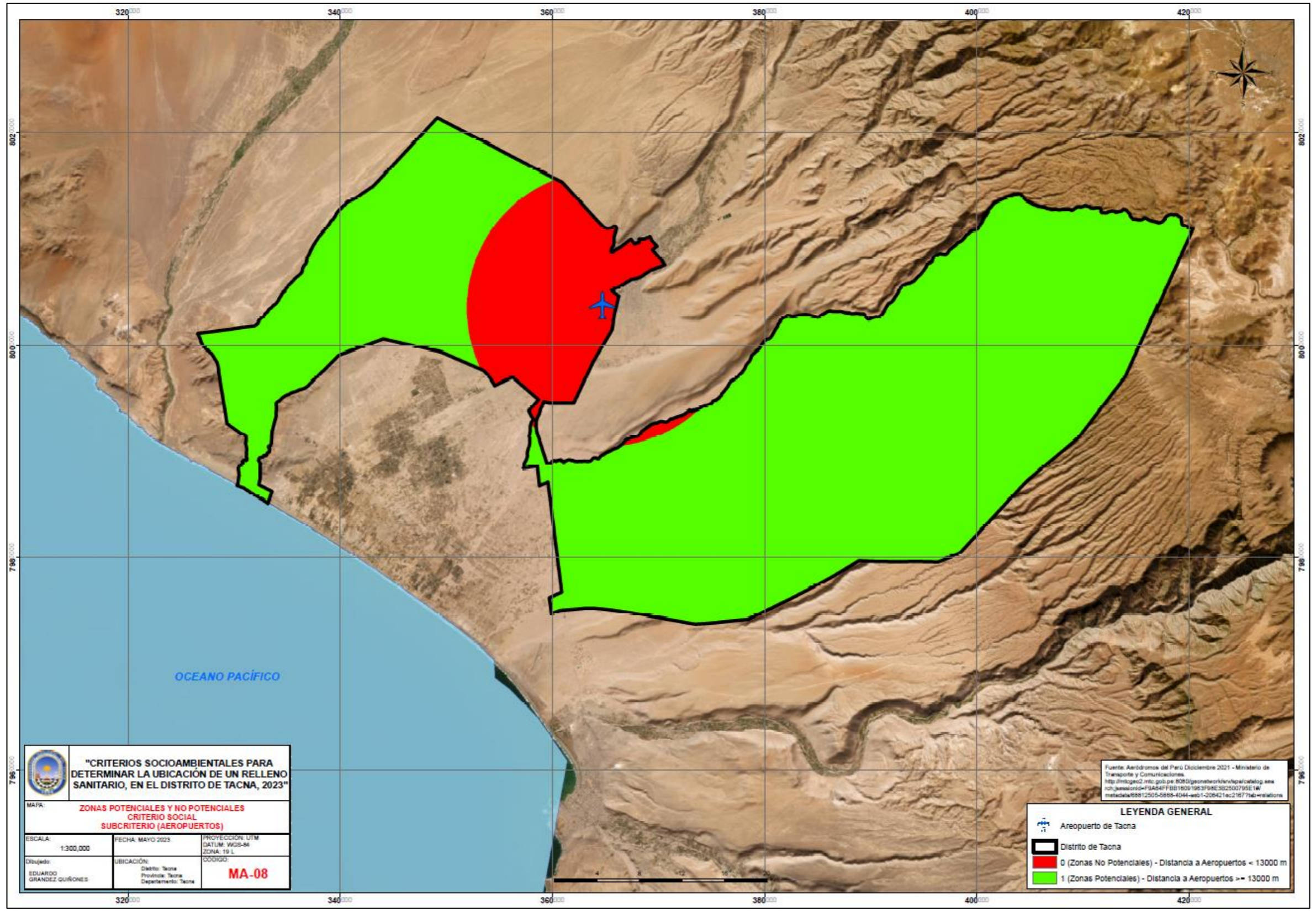










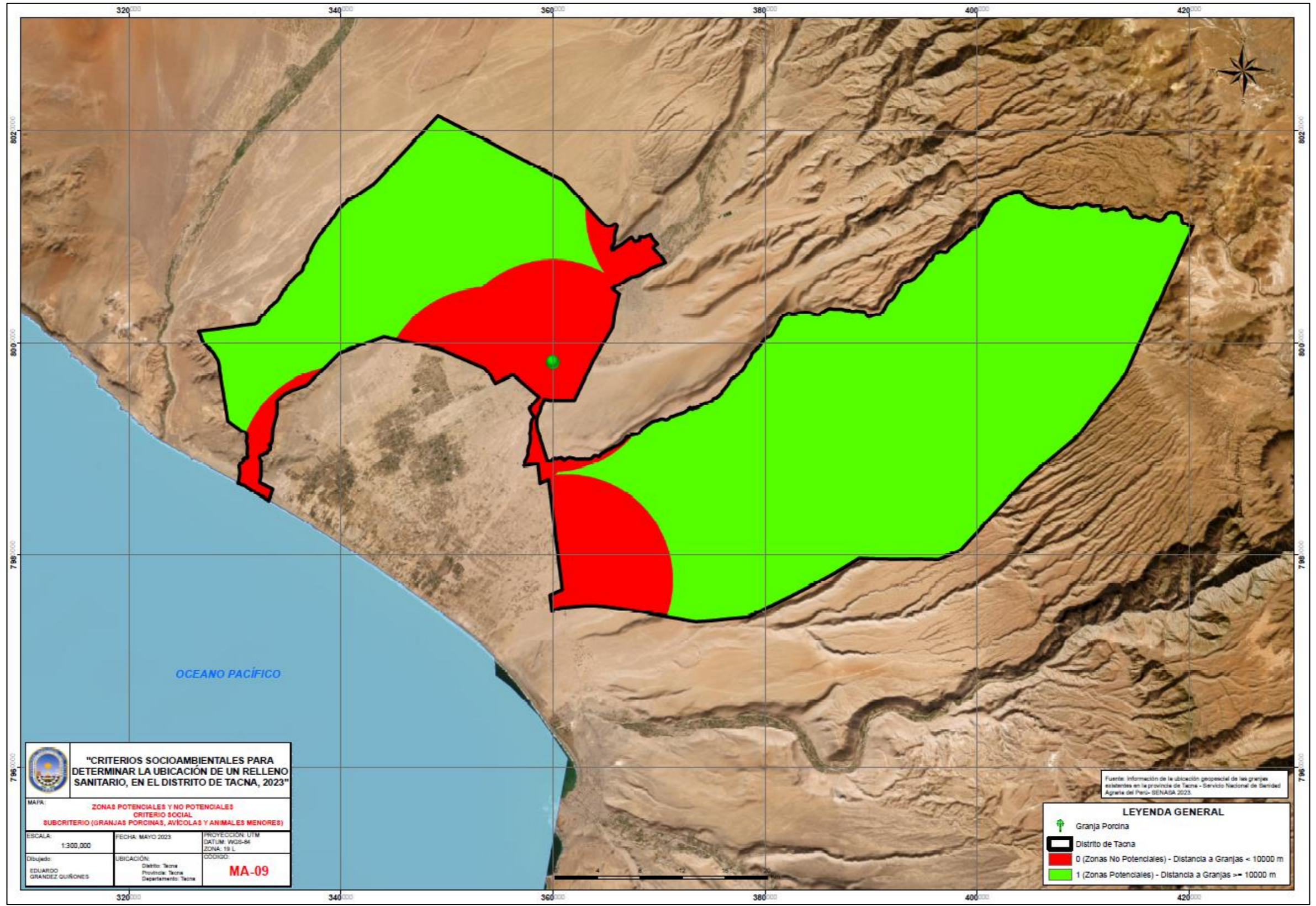


	<b>"CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"</b>		
	<b>ZONAS POTENCIALES Y NO POTENCIALES</b> <b>CRITERIO SOCIAL</b> <b>SUBCRITERIO (AEROPUERTOS)</b>		
MA/PA: ESCALA: 1:300,000	FECHA: MAYO 2023	PROYECCIÓN UTM DATUM: WGS-84 ZONA: 19 L	
Diseñado: EDUARDO GRANDEZ QUIRÓNES	UBICACIÓN: Distrito: Tacna Provincia: Tacna Departamento: Tacna	CÓDIGO: <b>MA-08</b>	

Fuente: Aeródromos del Perú Diciembre 2021 - Ministerio de Transporte y Comunicaciones.  
<http://mhc.gob.pe/8080/geoservicios/aplicaciones>  
<http://www.corsia-faa.gov/8080/geoservicios/aplicaciones>  
 metadata:98812505-8668-4044-abb1-209421ac2167?db=relaciones

**LEYENDA GENERAL**

- Aeropuerto de Tacna
- Distrito de Tacna
- 0 (Zonas No Potenciales) - Distancia a Aeropuertos < 13000 m
- 1 (Zonas Potenciales) - Distancia a Aeropuertos >= 13000 m

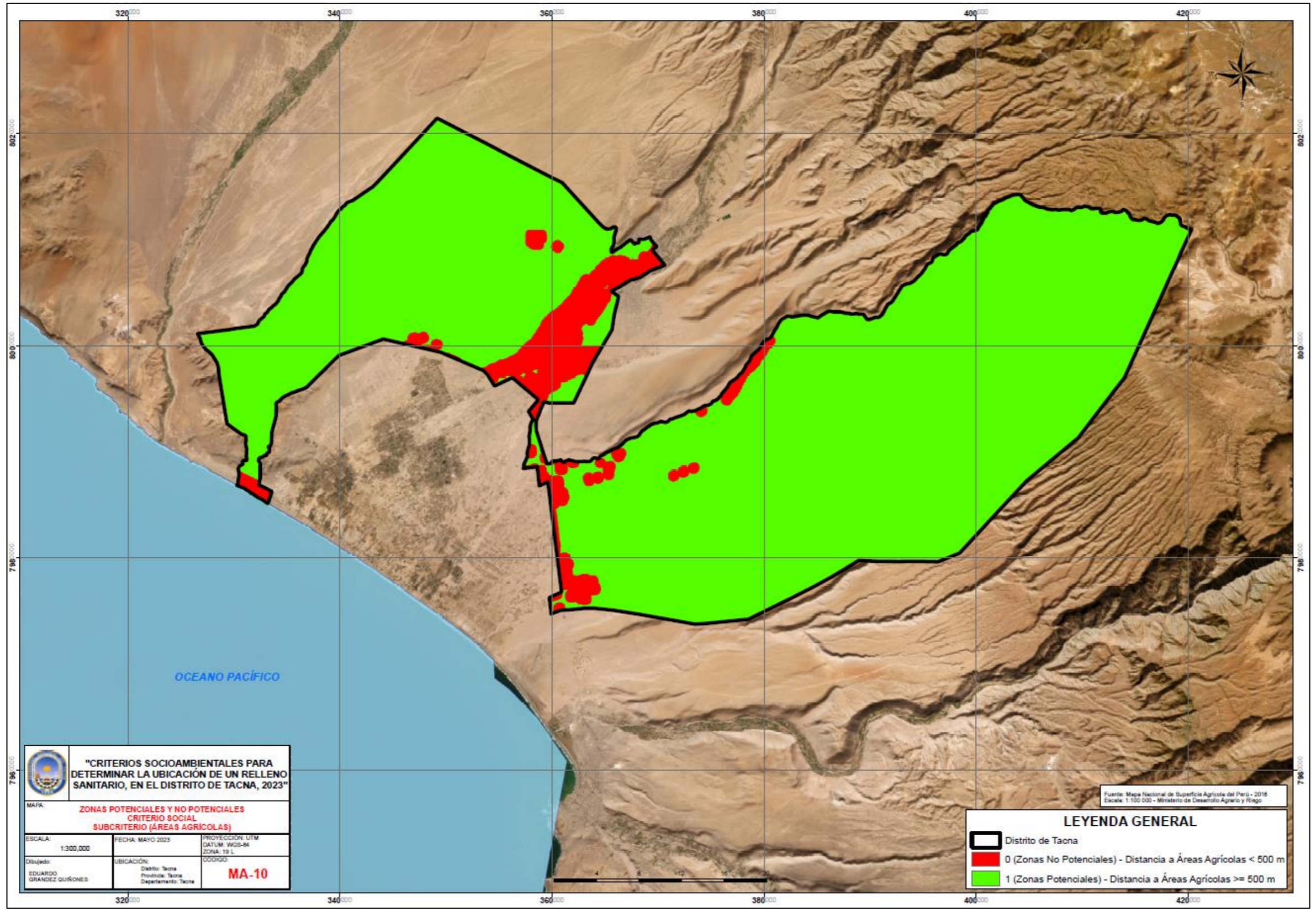


<p><b>"CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"</b></p>		
<p>MAPA: ZONAS POTENCIALES Y NO POTENCIALES CRITERIO SOCIAL SUBCRITERIO (GRANJAS PORCINAS, AVICOLAS Y ANIMALES MENORES)</p>		
ESCALA: 1:300,000	FECHA: MAYO 2023	PROYECCIÓN UTM DATUM: WGS-84 ZONA: 19 L
Dibujado: EDUARDO GRANDEZ QUIRÓNES	UBICACIÓN: Distrito: Tacna Provincia: Tacna Departamento: Tacna	CODIGO: <b>MA-09</b>

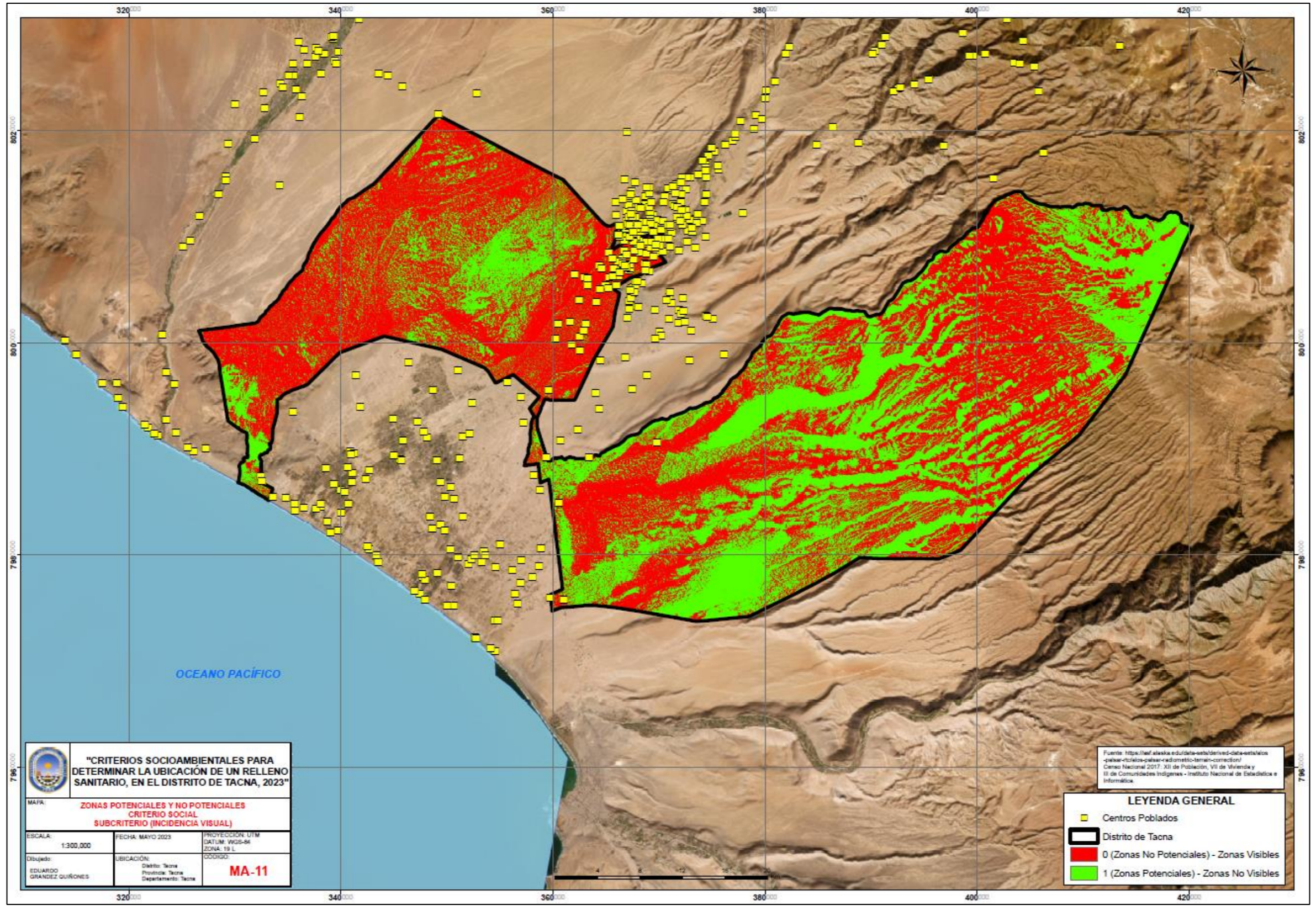
Fuente: Información de la ubicación geográfica de las granjas existentes en la provincia de Tacna - Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú- SENASA 2023.


**LEYENDA GENERAL**

- Granja Porcina
- Distrito de Tacna
- 0 (Zonas No Potenciales) - Distancia a Granjas < 10000 m
- 1 (Zonas Potenciales) - Distancia a Granjas >= 10000 m









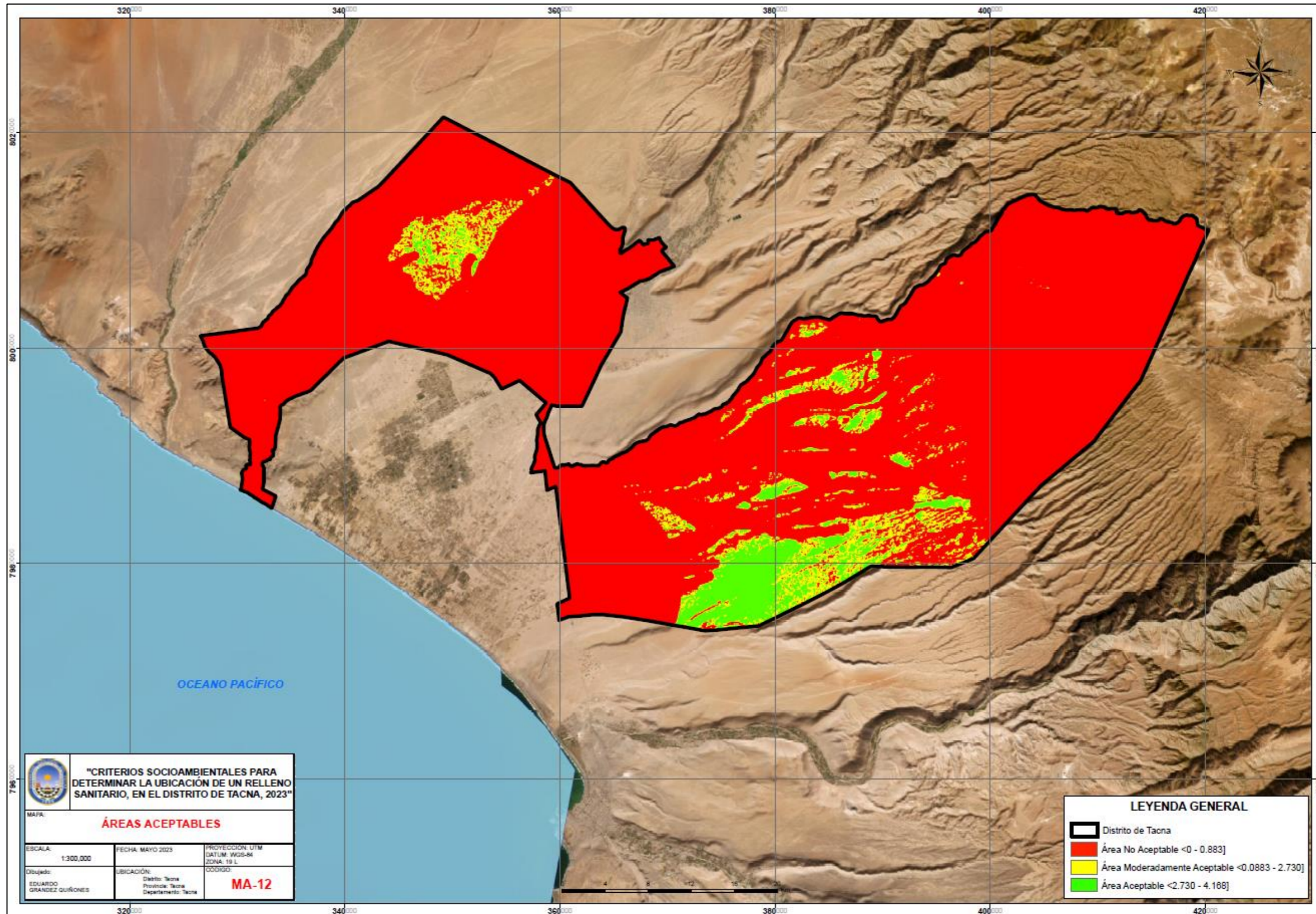


	<b>"CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"</b>	
	<b>MAPA: ZONAS POTENCIALES Y NO POTENCIALES</b> <b>CRITERIO SOCIAL</b> <b>SUBCRITERIO (INCIDENCIA VISUAL)</b>	
ESCALA: 1:300,000	FECHA: MAYO 2023	PROYECCIÓN UTM DATUM: WGS-84 ZONA: 19 L
Dibuja: EDUARDO GRANDEZ QUIRÓNES	UBICACIÓN: Distrito: Tacna Provincia: Tacna Departamento: Tacna	CÓDIGO: <b>MA-11</b>

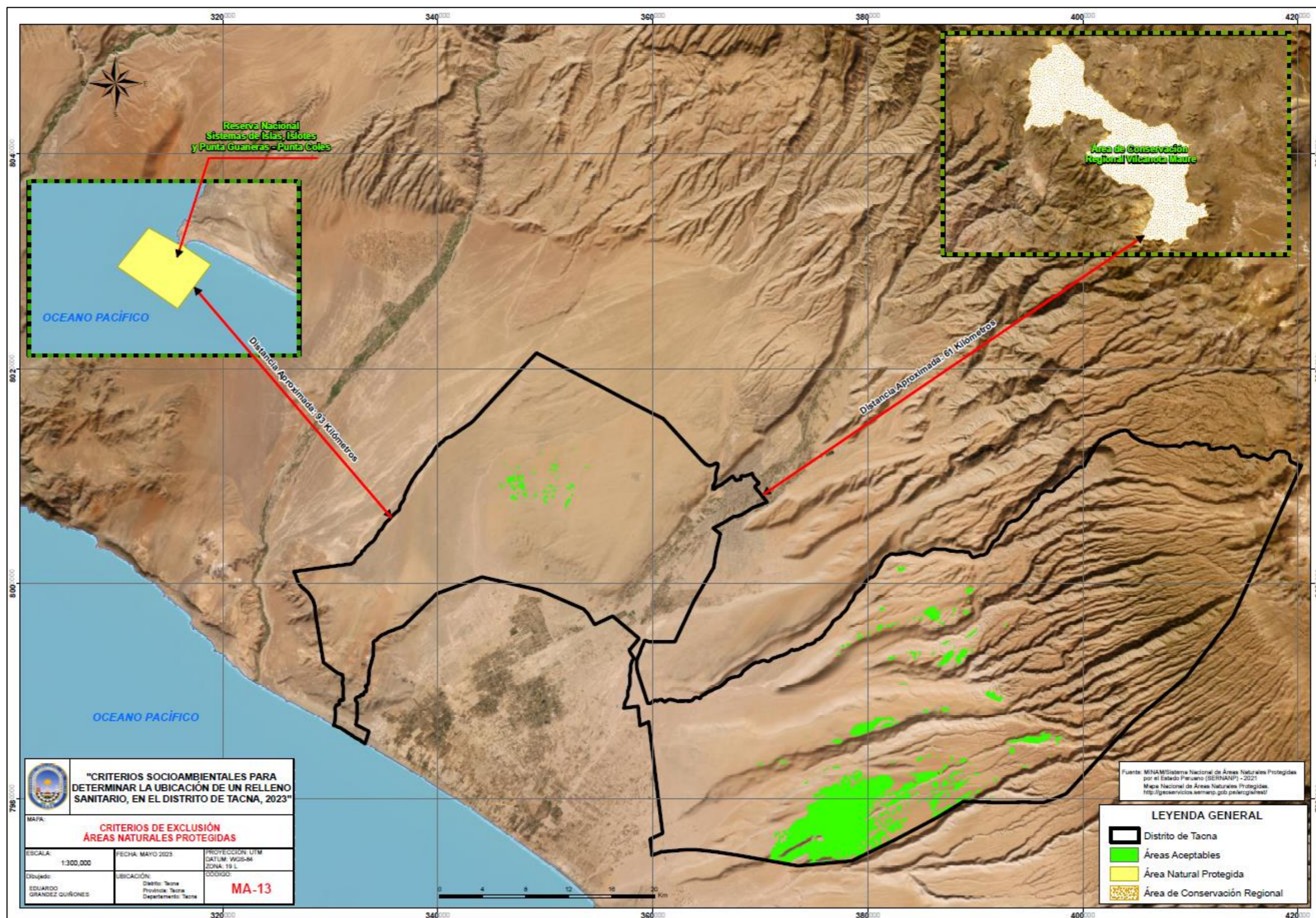
Fuente: <http://sef.atacama.edu/atacama-estadisticas-paises-estadisticas-nacional-estadisticas>  
 Censo Nacional 2017. XI de Población, VII de Vivienda y II de Comunidades Indígenas - Instituto Nacional de Estadística e Informática.

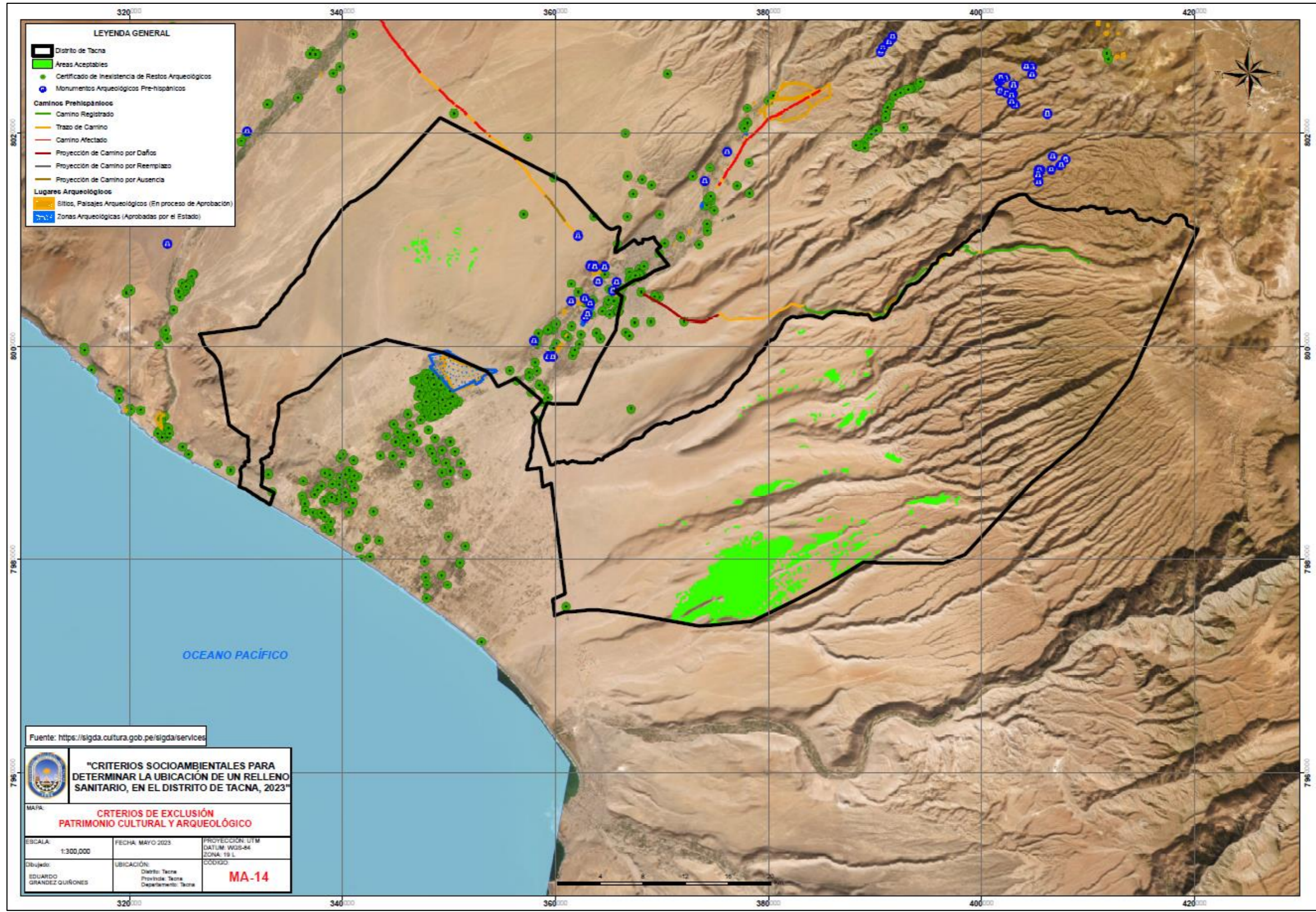
LEYENDA GENERAL	
	Centros Poblados
	Distrito de Tacna
	0 (Zonas No Potenciales) - Zonas Visibles
	1 (Zonas Potenciales) - Zonas No Visibles

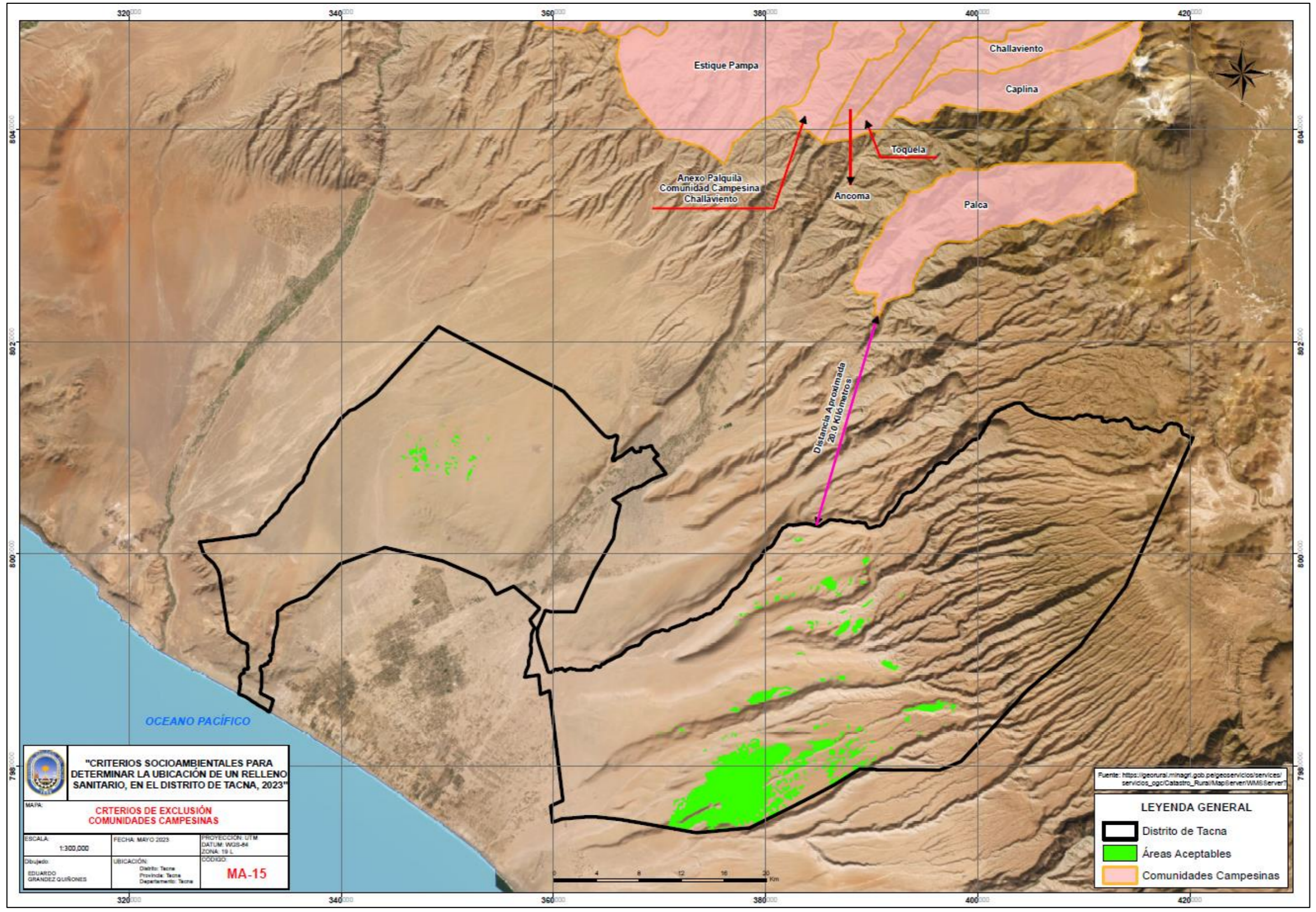
### Mapa de áreas aceptables



### Mapa de criterios de exclusión





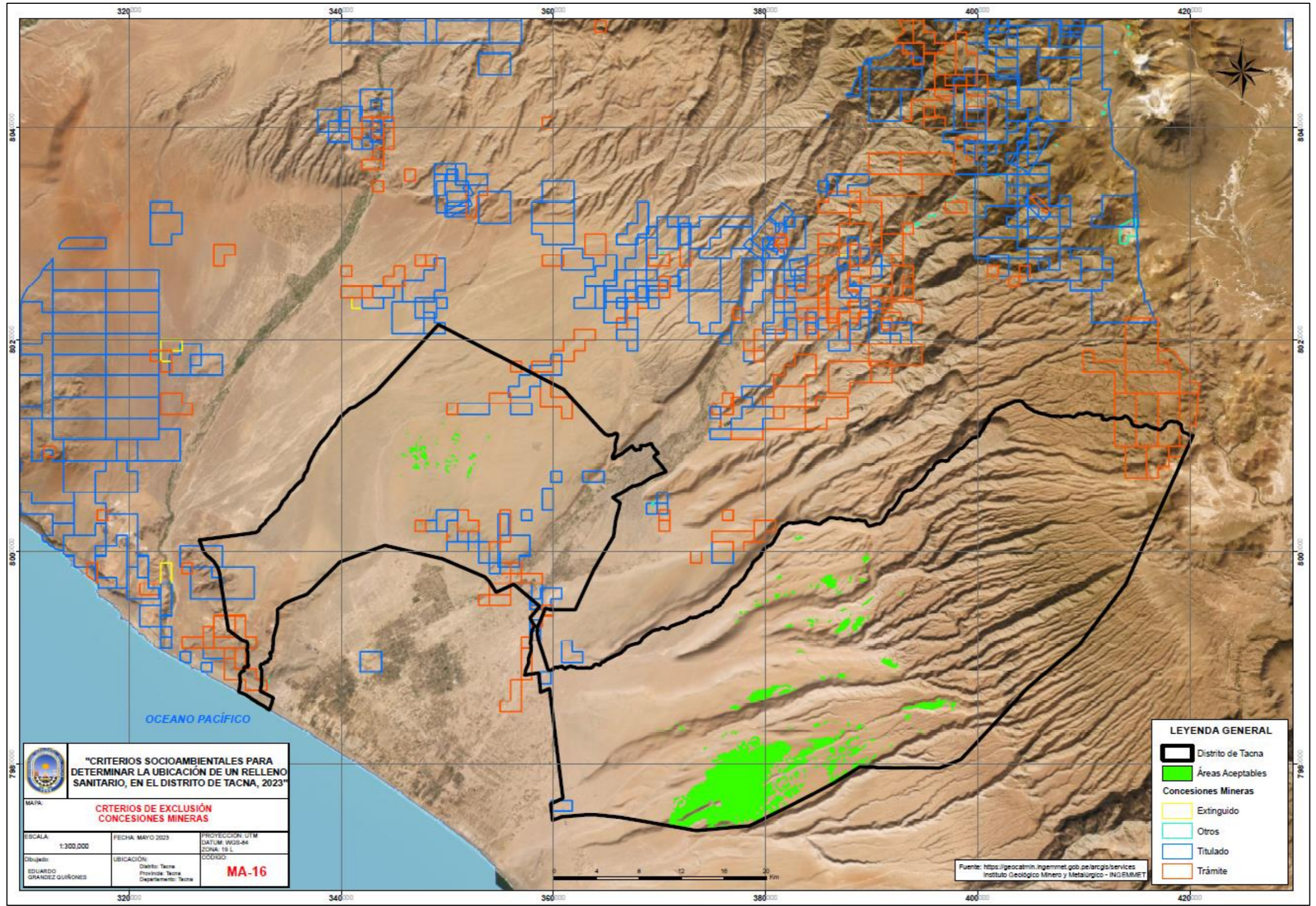


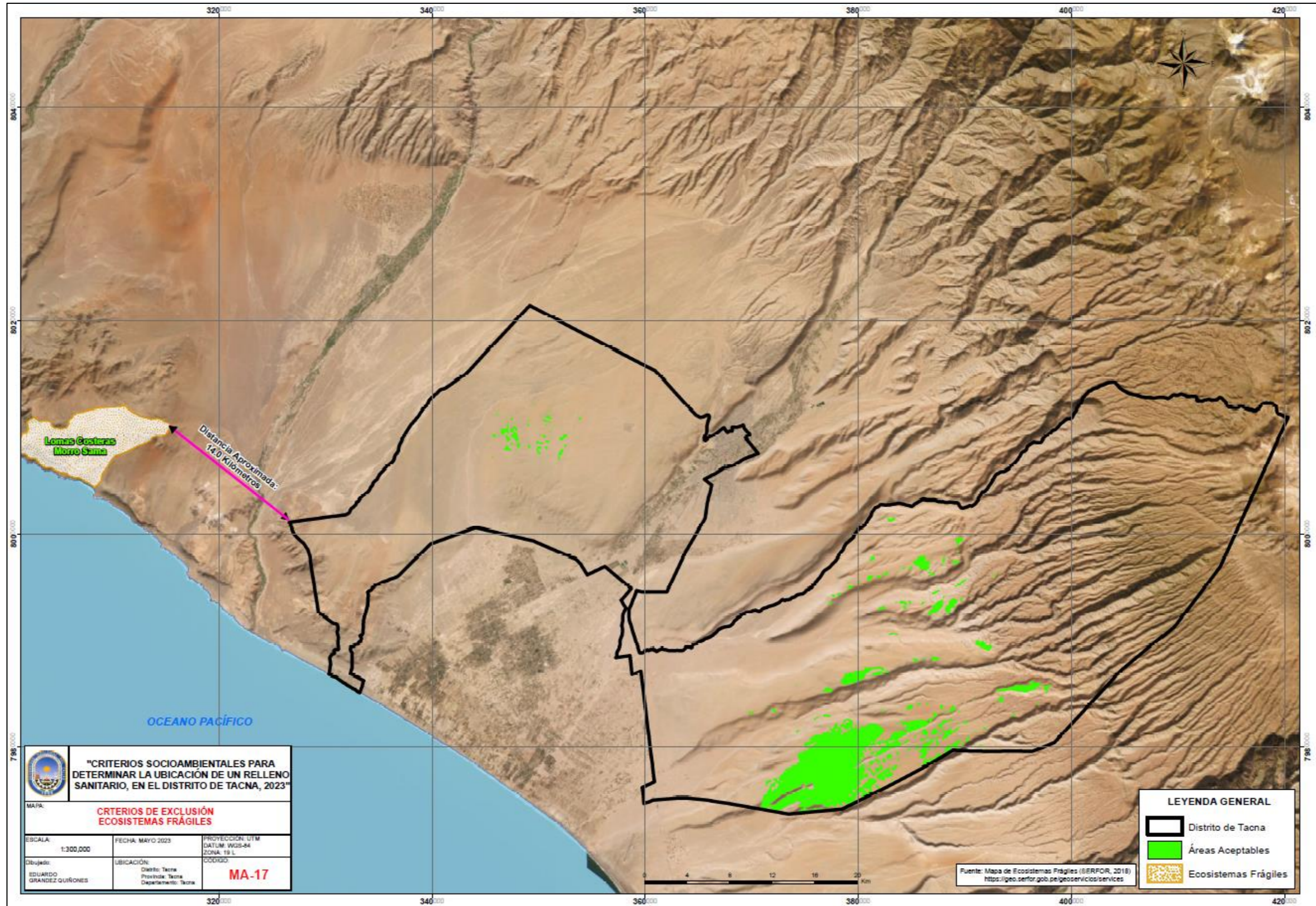


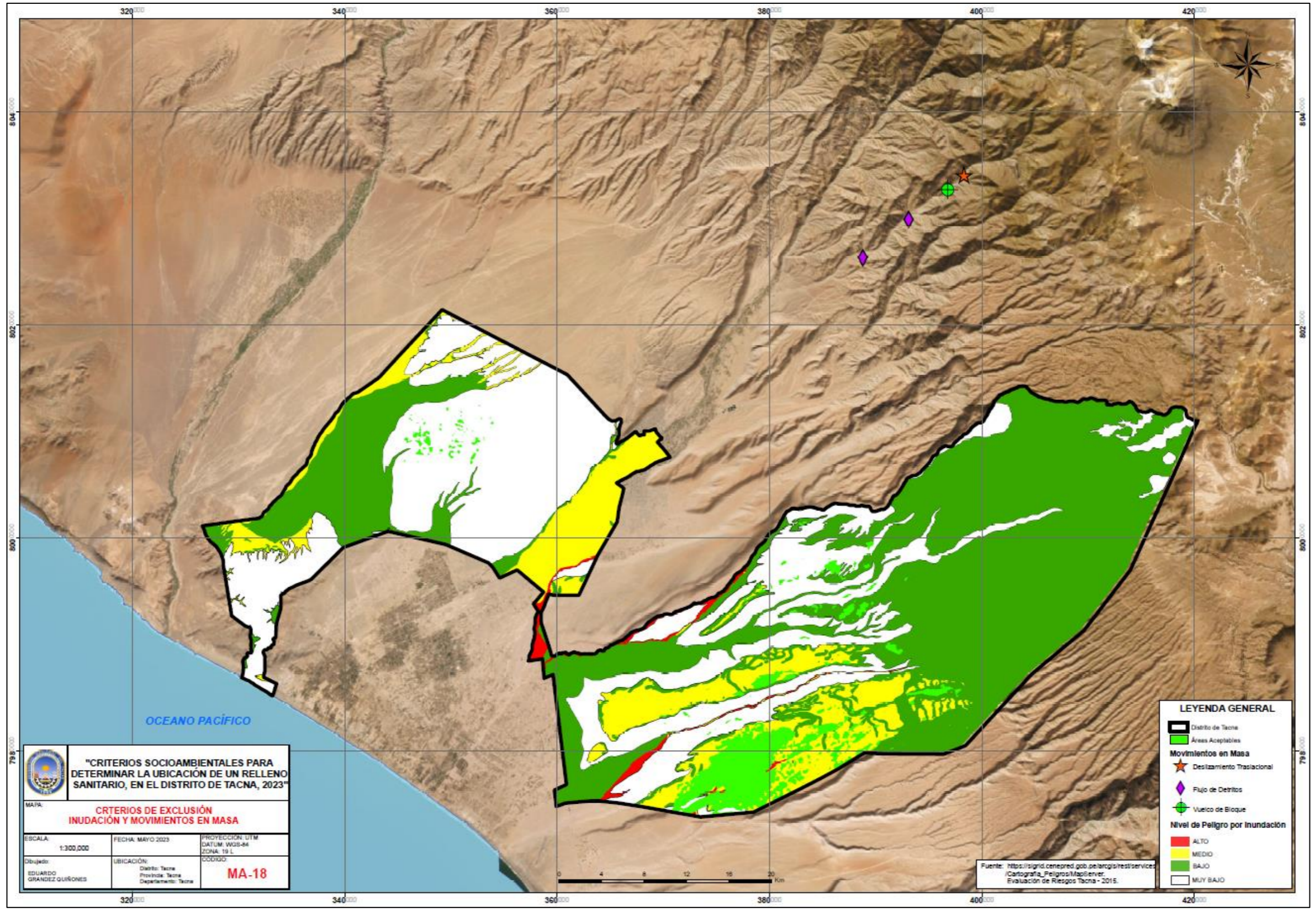
	<b>"CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"</b>	
	<b>MAPA: CRITERIOS DE EXCLUSIÓN COMUNIDADES CAMPESINAS</b>	
ESCALA: 1:300,000	FECHA: MAYO 2023	PROYECCIÓN: UTM DATUM: WGS-84 ZONA: 19 L
Objeto: EDUARDO GRANDEZ QUIRÓNES	UBICACIÓN: Distrito: Tacna Provincia: Tacna Departamento: Tacna	CÓDIGO: <b>MA-15</b>

Fuente: [https://georural.minagri.gob.pe/geoservicios/servicios\\_servicios\\_ogc/Catastro\\_Rural/MapServer/WMS/Server/](https://georural.minagri.gob.pe/geoservicios/servicios_servicios_ogc/Catastro_Rural/MapServer/WMS/Server/)

LEYENDA GENERAL	
	Distrito de Tacna
	Áreas Aceptables
	Comunidades Campesinas

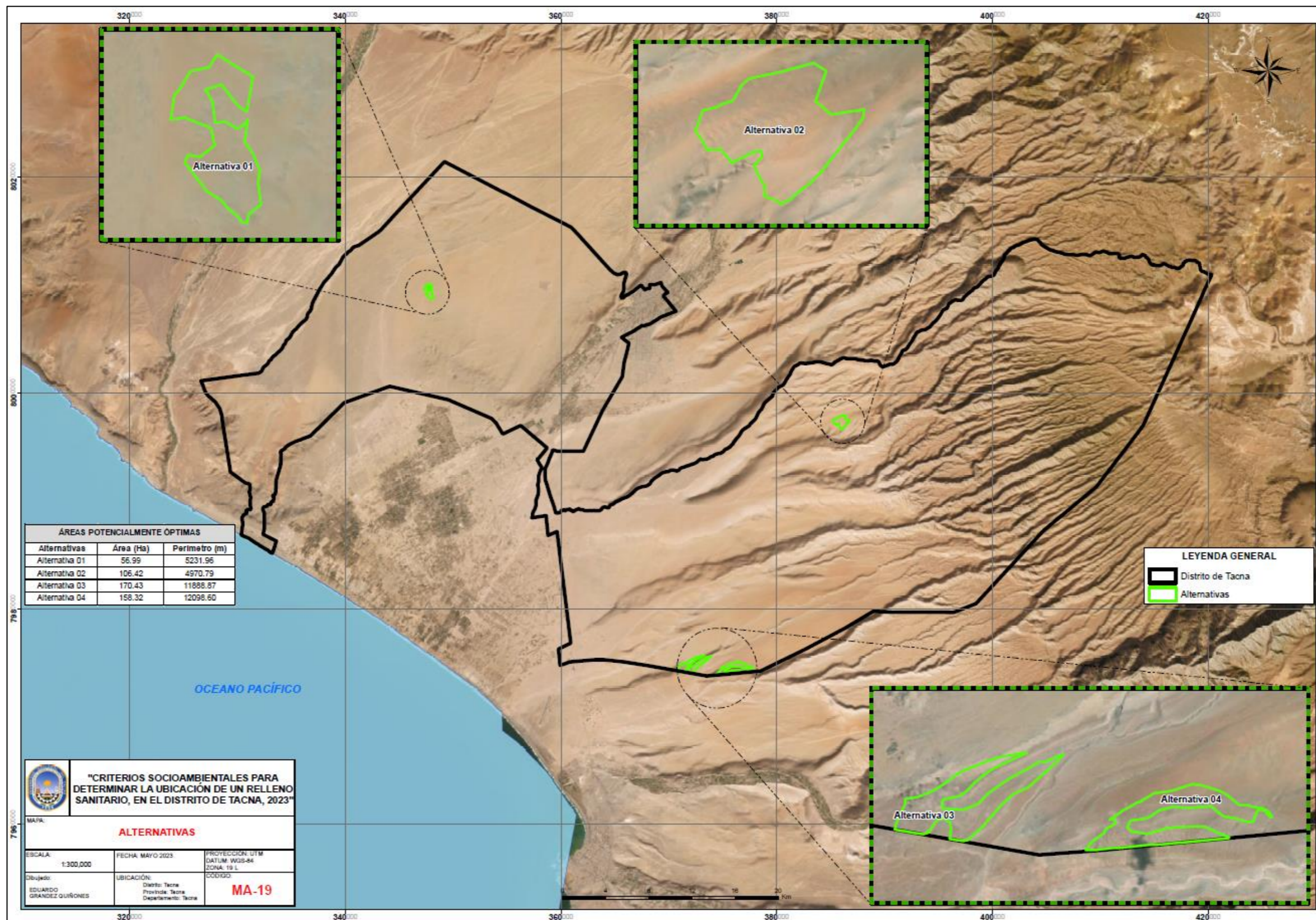






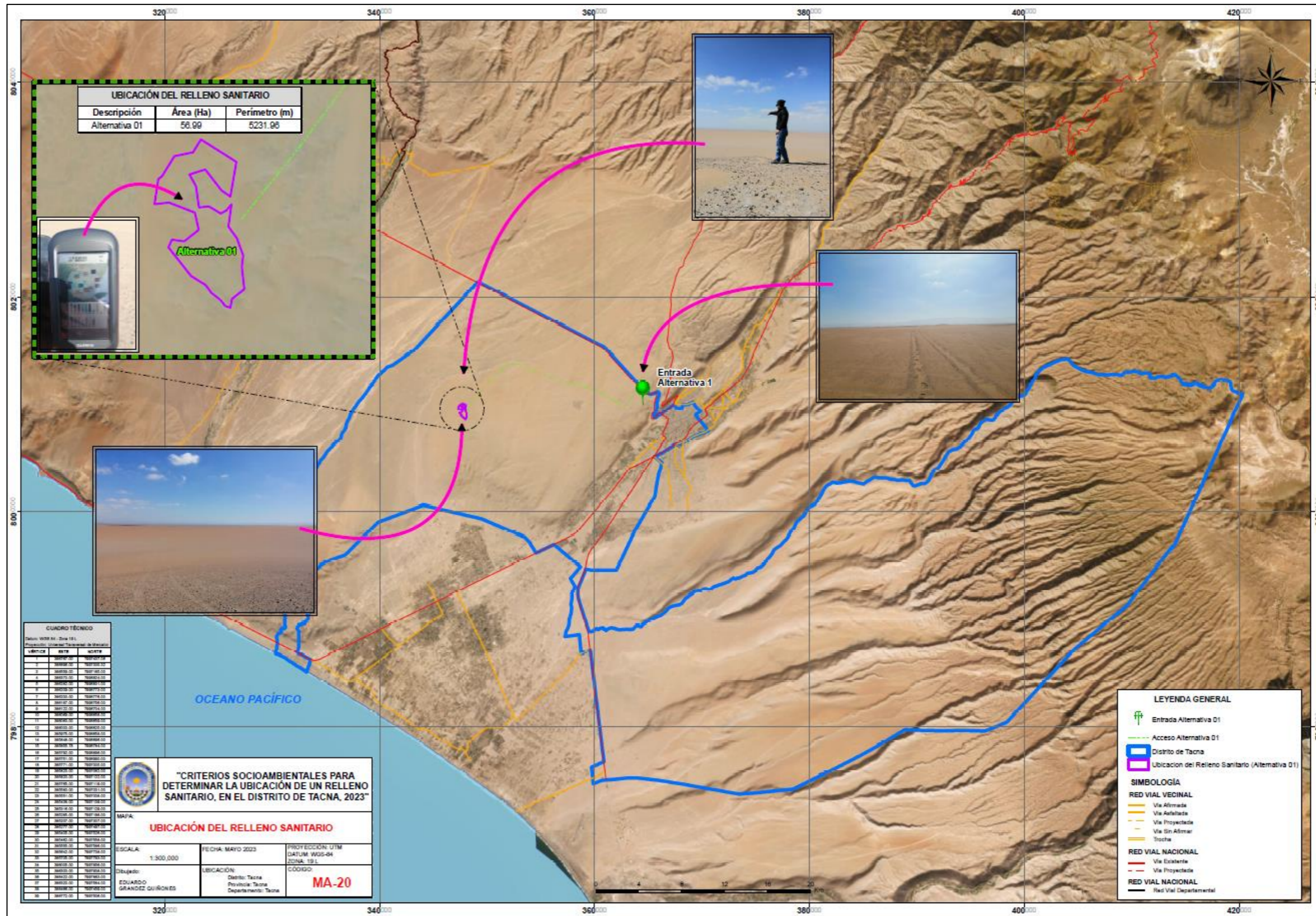


### Mapa de alternativas



# MAPAS TEMÁTICOS (Segunda etapa de gabinete)


## Mapa de ubicación del relleno sanitario



**CÁLCULO DEL ÁREA DEL TERRENO PARA LA UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO Y LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS (Primera etapa de gabinete)**

Número de Años	Año	Población (Hab)	Generación Percápita (Kg/hab/día)	Residuos Sólidos Domiciliarios (t/día)	Residuos Sólidos no Domiciliarios (t/día)	Residuos Sólidos Municipales (t/día)	Residuos Sólidos Municipales (t/año)	Densidad de Residuos Sólidos Municipales (t/m <sup>3</sup> )	Volumen de Residuos Sólidos a disponer (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de material de cobertura (m <sup>3</sup> /año)	Volumen de residuos municipales Material de Cobertura (m <sup>3</sup> /año)	Altura promedio que alcanzará los residuos sólidos (m)	Área Total (m <sup>2</sup> )	Área Administrativa (m <sup>2</sup> )	Área Total + Área Administrativa (m <sup>2</sup> )	Área Total acumulada (m <sup>2</sup> )	Área Total acumulada (Ha)
		A	B	C=A*B/1000	D = E-C	E = C*1.3	F=E*365	G =0.13507	H= F/G	I	J =H+I	K = 10m	L = J/K	M = 30%*L	N = L+M	O	P
0	2023	101659.6071	0.58	58.53	17.56	76.08	27770.32	0.13507	205599.46	51399.87	256999.33	10	25699.93	7709.98	33409.91	33409.91	3.341
1	2024	103184.5012	0.58	60.00	18.00	78.00	28468.74	0.13507	210770.29	52692.57	263462.86	10	26346.29	7903.89	34250.17	67660.08	6.766
2	2025	104732.2688	0.59	61.51	18.45	79.96	29184.73	0.13507	216071.16	54017.79	270088.95	10	27008.90	8102.67	35111.56	102771.65	10.277
3	2026	106303.2528	0.59	63.05	18.92	81.97	29918.73	0.13507	221505.35	55376.34	276881.69	10	27688.17	8306.45	35994.62	138766.27	13.877
4	2027	107897.8016	0.60	64.64	19.39	84.03	30671.18	0.13507	227076.21	56769.05	283845.26	10	28384.53	8515.36	36899.88	175666.15	17.567
5	2028	109516.2686	0.61	66.26	19.88	86.14	31442.56	0.13507	232787.18	58196.79	290983.97	10	29098.40	8729.52	37827.92	213494.07	21.349
6	2029	111159.0126	0.61	67.93	20.38	88.31	32233.34	0.13507	238641.77	59660.44	298302.22	10	29830.22	8949.07	38779.29	252273.36	25.227
7	2030	112826.3978	0.62	69.64	20.89	90.53	33044.01	0.13507	244643.62	61160.90	305804.52	10	30580.45	9174.14	39754.59	292027.94	29.203
8	2031	114518.7938	0.62	71.39	21.42	92.81	33875.07	0.13507	250796.40	62699.10	313495.50	10	31349.55	9404.87	40754.42	332782.36	33.278
9	2032	116236.5757	0.63	73.19	21.96	95.14	34727.03	0.13507	257103.93	64275.98	321379.91	10	32137.99	9641.40	41779.39	374561.75	37.456
10	2033	117980.1243	0.64	75.03	22.51	97.54	35600.41	0.13507	263570.10	65892.52	329462.62	10	32946.26	9883.88	42830.14	<b>417391.89</b>	<b>41.739</b>

## FICHAS DE CAMPO

FICHA DE CAMPO																																																																																																																	
<b>ESTUDIO:</b> "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"																																																																																																																	
<b>Elaborado por:</b> Bach. Eduardo Grandez Quiñones	<b>Fecha:</b> 18.05.2023	<b>Institución:</b> Universidad Nacional del Callao																																																																																																															
<b>NOMBRE DEL ÁREA</b>																																																																																																																	
Alternativa 01																																																																																																																	
<b>SUPERFICIE</b>		<b>PERÍMETRO</b>																																																																																																															
56.99 Ha		5231.96 mL																																																																																																															
<b>COORDENADAS UTM (POLIGONAL)</b> <b>DATUM: WGS-84 Zona 19 L</b>																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>VÉRTICE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>348052.00</td><td>8009926.00</td></tr> <tr><td>2</td><td>348001.00</td><td>8009619.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>347922.00</td><td>8009673.00</td></tr> <tr><td>4</td><td>347776.00</td><td>8009856.00</td></tr> <tr><td>5</td><td>347635.00</td><td>8009811.00</td></tr> <tr><td>6</td><td>347695.00</td><td>8009709.00</td></tr> <tr><td>7</td><td>347723.00</td><td>8009522.00</td></tr> <tr><td>8</td><td>347809.00</td><td>8009532.00</td></tr> <tr><td>9</td><td>347917.00</td><td>8009469.00</td></tr> <tr><td>10</td><td>347965.00</td><td>8009496.00</td></tr> <tr><td>11</td><td>348010.00</td><td>8009551.00</td></tr> <tr><td>12</td><td>347985.00</td><td>8009355.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>348060.00</td><td>8009252.00</td></tr> <tr><td>14</td><td>348118.00</td><td>8009101.00</td></tr> <tr><td>15</td><td>348106.00</td><td>8009002.00</td></tr> <tr><td>16</td><td>348131.00</td><td>8008806.00</td></tr> <tr><td>17</td><td>348022.00</td><td>8008719.00</td></tr> <tr><td>18</td><td>348009.00</td><td>8008642.00</td></tr> </tbody> </table>	VÉRTICE	ESTE	NORTE	1	348052.00	8009926.00	2	348001.00	8009619.00	3	347922.00	8009673.00	4	347776.00	8009856.00	5	347635.00	8009811.00	6	347695.00	8009709.00	7	347723.00	8009522.00	8	347809.00	8009532.00	9	347917.00	8009469.00	10	347965.00	8009496.00	11	348010.00	8009551.00	12	347985.00	8009355.00	13	348060.00	8009252.00	14	348118.00	8009101.00	15	348106.00	8009002.00	16	348131.00	8008806.00	17	348022.00	8008719.00	18	348009.00	8008642.00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>VÉRTICE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>19</td><td>347962.00</td><td>8008656.00</td></tr> <tr><td>20</td><td>347922.00</td><td>8008706.00</td></tr> <tr><td>21</td><td>347839.00</td><td>8008772.00</td></tr> <tr><td>22</td><td>347785.00</td><td>8008839.00</td></tr> <tr><td>23</td><td>347657.00</td><td>8008917.00</td></tr> <tr><td>24</td><td>347455.00</td><td>8009169.00</td></tr> <tr><td>25</td><td>347485.00</td><td>8009236.00</td></tr> <tr><td>26</td><td>347594.00</td><td>8009223.00</td></tr> <tr><td>27</td><td>347722.00</td><td>8009325.00</td></tr> <tr><td>28</td><td>347687.00</td><td>8009474.00</td></tr> <tr><td>29</td><td>347456.00</td><td>8009563.00</td></tr> <tr><td>30</td><td>347330.00</td><td>8009547.00</td></tr> <tr><td>31</td><td>347362.00</td><td>8009769.00</td></tr> <tr><td>32</td><td>347395.00</td><td>8009796.00</td></tr> <tr><td>33</td><td>347501.00</td><td>8009970.00</td></tr> <tr><td>34</td><td>347665.00</td><td>8010006.00</td></tr> <tr><td>35</td><td>347734.00</td><td>8010119.00</td></tr> </tbody> </table>	VÉRTICE	ESTE	NORTE	19	347962.00	8008656.00	20	347922.00	8008706.00	21	347839.00	8008772.00	22	347785.00	8008839.00	23	347657.00	8008917.00	24	347455.00	8009169.00	25	347485.00	8009236.00	26	347594.00	8009223.00	27	347722.00	8009325.00	28	347687.00	8009474.00	29	347456.00	8009563.00	30	347330.00	8009547.00	31	347362.00	8009769.00	32	347395.00	8009796.00	33	347501.00	8009970.00	34	347665.00	8010006.00	35	347734.00	8010119.00	
VÉRTICE	ESTE	NORTE																																																																																																															
1	348052.00	8009926.00																																																																																																															
2	348001.00	8009619.00																																																																																																															
3	347922.00	8009673.00																																																																																																															
4	347776.00	8009856.00																																																																																																															
5	347635.00	8009811.00																																																																																																															
6	347695.00	8009709.00																																																																																																															
7	347723.00	8009522.00																																																																																																															
8	347809.00	8009532.00																																																																																																															
9	347917.00	8009469.00																																																																																																															
10	347965.00	8009496.00																																																																																																															
11	348010.00	8009551.00																																																																																																															
12	347985.00	8009355.00																																																																																																															
13	348060.00	8009252.00																																																																																																															
14	348118.00	8009101.00																																																																																																															
15	348106.00	8009002.00																																																																																																															
16	348131.00	8008806.00																																																																																																															
17	348022.00	8008719.00																																																																																																															
18	348009.00	8008642.00																																																																																																															
VÉRTICE	ESTE	NORTE																																																																																																															
19	347962.00	8008656.00																																																																																																															
20	347922.00	8008706.00																																																																																																															
21	347839.00	8008772.00																																																																																																															
22	347785.00	8008839.00																																																																																																															
23	347657.00	8008917.00																																																																																																															
24	347455.00	8009169.00																																																																																																															
25	347485.00	8009236.00																																																																																																															
26	347594.00	8009223.00																																																																																																															
27	347722.00	8009325.00																																																																																																															
28	347687.00	8009474.00																																																																																																															
29	347456.00	8009563.00																																																																																																															
30	347330.00	8009547.00																																																																																																															
31	347362.00	8009769.00																																																																																																															
32	347395.00	8009796.00																																																																																																															
33	347501.00	8009970.00																																																																																																															
34	347665.00	8010006.00																																																																																																															
35	347734.00	8010119.00																																																																																																															
<b>UBICACIÓN GENERAL:</b>																																																																																																																	
DEPARTAMENTO:	TACNA	DISTRITO:																																																																																																															
		TACNA																																																																																																															
PROVINCIA:	TACNA	LOCALIDAD:																																																																																																															
		---																																																																																																															

### CARACTERISTICAS DEL TERRENO

1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):	Municipal
2. Cobertura vegetal :	Sin cobertura vegetal
3. Presencia de cuerpos de agua:	A 2.7 Km de la Quebrada Honda
4. Distancia a centro poblados :	A 14.2 Km del Centro Poblado Agropecuario Alto Para
5. Actividades desarrolladas	Ninguna actividad
6. Acceso:	A 20.6 Km de la Panamericana Sur – Acceso estatal

### USO ACTUAL DE SUELO

1. Categoría :	Tierras sin uso y/o improductivos
2. Sub-Clase:	Tierras marginales áridas de escasa a nula vegetación

### FOTOGRAFÍA



**FICHA DE CAMPO**

**ESTUDIO:** "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"



**Elaborado por:** Bach. Eduardo Grandez Quiñones

**Fecha:** 18.05.2023

**Institución:** Universidad Nacional del Callao

**NOMBRE DEL ÁREA**

Alternativa 02

**SUPERFICIE**

106.42 Ha

**PERÍMETRO**

4970.79 mL

**COORDENADAS UTM (POLIGONAL)**

**DATUM:** WGS-84 Zona 19 L

VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	386767.00	7997437.06
2	386696.00	7997335.32
3	386559.00	7997165.00
4	386373.00	7996924.00
5	386282.00	7996831.00
6	386209.00	7996773.00
7	386200.00	7996776.00
8	386187.00	7996756.00
9	386122.00	7996704.00
10	386069.00	7996658.00
11	386063.00	7996659.00
12	386003.00	7996625.00
13	385975.00	7996658.00
14	385848.00	7996696.00
15	385855.78	7996784.00
16	385792.00	7996896.00
17	385751.00	7996990.00
18	385771.00	7997005.00
19	385823.00	7997062.00
20	385820.00	7997122.00

VÉRTICE	ESTE	NORTE
21	385765.00	7997119.00
22	385580.00	7997031.00
23	385551.00	7997008.00
24	385438.00	7997139.00
25	385316.00	7997129.00
26	385285.00	7997198.00
27	385207.00	7997307.00
28	385277.00	7997497.00
29	385405.00	7997526.00
30	385462.00	7997558.00
31	385555.00	7997586.00
32	385642.00	7997738.00
33	385705.00	7997793.00
34	386005.00	7997856.00
35	386303.00	7997938.00
36	386422.00	7997863.00
37	386320.00	7997584.00
38	386466.00	7997459.00
39	386772.00	7997506.00

**UBICACIÓN GENERAL:**

DEPARTAMENTO:	TACNA	DISTRITO:	TACNA
PROVINCIA:	TACNA	LOCALIDAD:	---

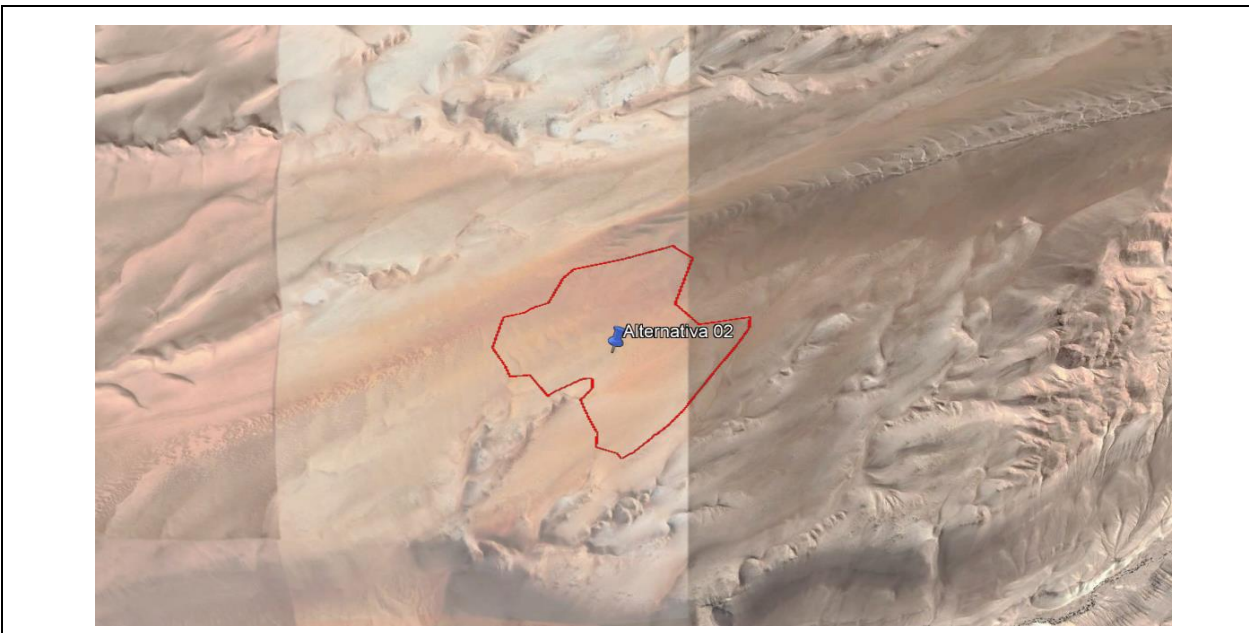
### CARACTERISTICAS DEL TERRENO

1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):	Sin información
2. Cobertura vegetal :	Sin cobertura vegetal
3. Presencia de cuerpos de agua:	A 2 Km de la Quebrada Hospicio
4. Distancia a centro poblados :	A 20 Km del Centro Poblado Humos
5. Actividades desarrolladas:	Ninguna actividad
6. Acceso:	Acceso privado (Asociación de viviendas San Martín de Porres II)

### USO ACTUAL DE SUELO

1. Categoría :	Tierras sin uso y/o improductivos
2. Sub-Clase:	Tierras marginales áridas de escasa a nula vegetación

### FOTOGRAFÍA



**FICHA DE CAMPO**

**ESTUDIO:** "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"



**Elaborado por:** Bach. Eduardo Grandez Quiñones

**Fecha:** 18.05.2023

**Institución:** Universidad Nacional del Callao

**NOMBRE DEL ÁREA**

Alternativa 03

**SUPERFICIE**

170.43 Ha

**PERÍMETRO**

11888.87 mL

**COORDENADAS UTM (POLIGONAL)**

**DATUM:** WGS-84 Zona 19 L

VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	373940.00	7975616.00
2	373909.00	7975575.00
3	373870.00	7975553.00
4	373852.00	7975513.00
5	373647.00	7975319.00
6	373620.00	7975286.00
7	373600.00	7975285.00
8	373580.00	7975285.00
9	373581.00	7975265.00
10	373512.00	7975213.00
11	373295.00	7975012.00
12	373007.00	7974879.00
13	372756.00	7974642.00
14	372406.00	7974239.00
15	372182.00	7974042.00
16	372165.00	7974022.00
17	372099.00	7974022.00
18	372099.00	7974014.00
19	371958.00	7974030.00
20	371840.00	7974047.00
21	371829.00	7974052.00
22	371857.00	7974228.00
23	371839.00	7974355.00
24	371706.00	7974435.00
25	371584.00	7974387.00
26	371429.00	7974165.00
27	371349.00	7974142.00
28	371212.00	7974155.00

VÉRTICE	ESTE	NORTE
34	370921.00	7974534.00
35	370974.00	7974637.00
36	371004.00	7974700.00
37	371003.00	7974757.00
38	371004.00	7974798.00
39	371237.00	7974826.00
40	371505.00	7974935.00
41	371663.00	7975031.00
42	371829.00	7975147.00
43	372060.00	7975307.00
44	372692.00	7975555.00
45	373070.00	7975627.00
46	373271.00	7975655.00
47	373253.00	7975643.00
48	372682.00	7975373.00
49	372577.00	7975318.00
50	372301.00	7975106.00
51	372144.00	7974937.00
52	372018.00	7974844.00
53	371723.00	7974788.00
54	371690.00	7974752.00
55	371695.00	7974611.00
56	372099.00	7974592.00
57	372113.00	7974608.00
58	372204.00	7974637.00
59	372364.00	7974702.00
60	372538.00	7974890.00
61	372923.00	7975162.00



29	371011.00	7974188.00	62	373284.00	7975357.00
30	370847.00	7974217.00	63	373483.00	7975478.00
31	370809.00	7974232.00	64	373524.00	7975477.00
32	370823.00	7974248.00	65	373625.00	7975481.00
33	370824.00	7974296.00	66	373792.00	7975569.00

#### UBICACIÓN GENERAL:

DEPARTAMENTO:	TACNA	DISTRITO:	TACNA
PROVINCIA:	TACNA	LOCALIDAD:	---

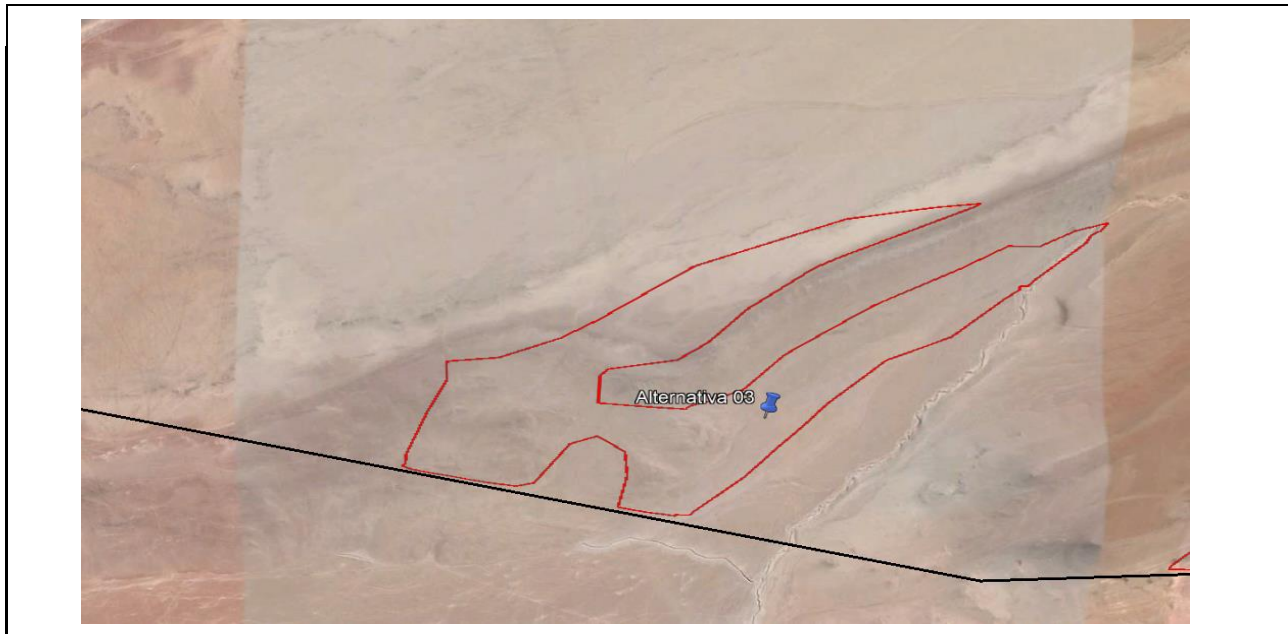
#### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

<b>1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):</b>	Sin información
<b>2. Cobertura vegetal :</b>	Sin cobertura vegetal
<b>3. Presencia de cuerpos de agua:</b>	A 6 Km de la Quebrada de Escritos
<b>4. Distancia a centro poblados :</b>	A 10 Km del Centro Poblado Complejo Aduanero Santa Rosa
<b>5. Actividades desarrolladas:</b>	Ninguna actividad
<b>6. Acceso:</b>	Acceso privado (Asociación de viviendas Concordia)

#### USO ACTUAL DE SUELO

<b>1. Categoría :</b>	Tierras sin uso y/o improductivos
<b>2. Sub-Clase:</b>	Tierras marginales áridas de escasa a nula vegetación

#### FOTOGRAFÍA



**FICHA DE CAMPO**

**ESTUDIO:** "CRITERIOS SOCIOAMBIENTALES PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, EN EL DISTRITO DE TACNA, 2023"



**Elaborado por:** Bach. Eduardo Grandez Quiñones

**Fecha:** 18.05.2023

**Institución:** Universidad Nacional del Callao

**NOMBRE DEL ÁREA**

Alternativa 04

**SUPERFICIE**

158.32 Ha

**PERÍMETRO**

12098.60 mL

**COORDENADAS UTM (POLIGONAL)**

**DATUM:** WGS-84 Zona 19 L

VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	377391.00	7974672.00
2	377399.00	7974661.00
3	377512.00	7974636.00
4	377649.00	7974617.00
5	377760.00	7974546.00
6	377816.00	7974449.00
7	377777.00	7974457.00
8	377676.00	7974575.00
9	377550.00	7974585.00
10	377512.00	7974518.00
11	377468.00	7974372.00
12	377370.00	7974364.00
13	377156.00	7974423.00
14	376904.00	7974469.00
15	376675.00	7974658.00
16	376269.00	7974625.00
17	375972.00	7974649.00
18	375712.00	7974578.00
19	375555.00	7974467.00
20	375445.00	7974426.00
21	375186.00	7974387.00
22	375123.00	7974274.00
23	375195.00	7974190.00
24	375478.00	7974146.00
25	375655.00	7974186.00
26	375867.00	7974250.00
27	376239.00	7974280.00
28	376299.00	7974275.00

VÉRTICE	ESTE	NORTE
36	377019.00	7974082.00
37	377002.00	7974065.00
38	376143.00	7973984.00
39	376140.00	7973984.00
40	376108.00	7973980.00
41	375746.00	7973946.00
42	375569.00	7973944.00
43	375535.00	7973942.00
44	375020.00	7973884.00
45	374858.00	7973882.00
46	374534.00	7973846.00
47	374358.00	7973844.00
48	374362.00	7973859.00
49	374487.00	7974008.00
50	374695.00	7974156.00
51	374731.00	7974240.00
52	374815.00	7974276.00
53	374916.00	7974348.00
54	374874.00	7974426.00
55	374798.00	7974409.00
56	375025.00	7974554.00
57	375040.00	7974575.00
58	375070.00	7974585.00
59	375299.00	7974720.00
60	375373.00	7974745.00
61	375393.00	7974746.00
62	375393.00	7974766.00
63	375437.00	7974782.00

29	376404.00	7974283.00	64	375617.00	7974900.00
30	376494.00	7974276.00	65	375928.00	7974937.00
31	376542.00	7974280.00	66	376339.00	7975066.00
32	376705.00	7974218.00	67	376507.00	7975047.00
33	376809.00	7974160.00	68	376850.00	7974936.00
34	376915.00	7974128.00	69	376976.00	7974868.00
35	376972.00	7974096.00	70	377202.00	7974678.00

#### UBICACIÓN GENERAL:

DEPARTAMENTO:	TACNA	DISTRITO:	TACNA
PROVINCIA:	TACNA	LOCALIDAD:	---

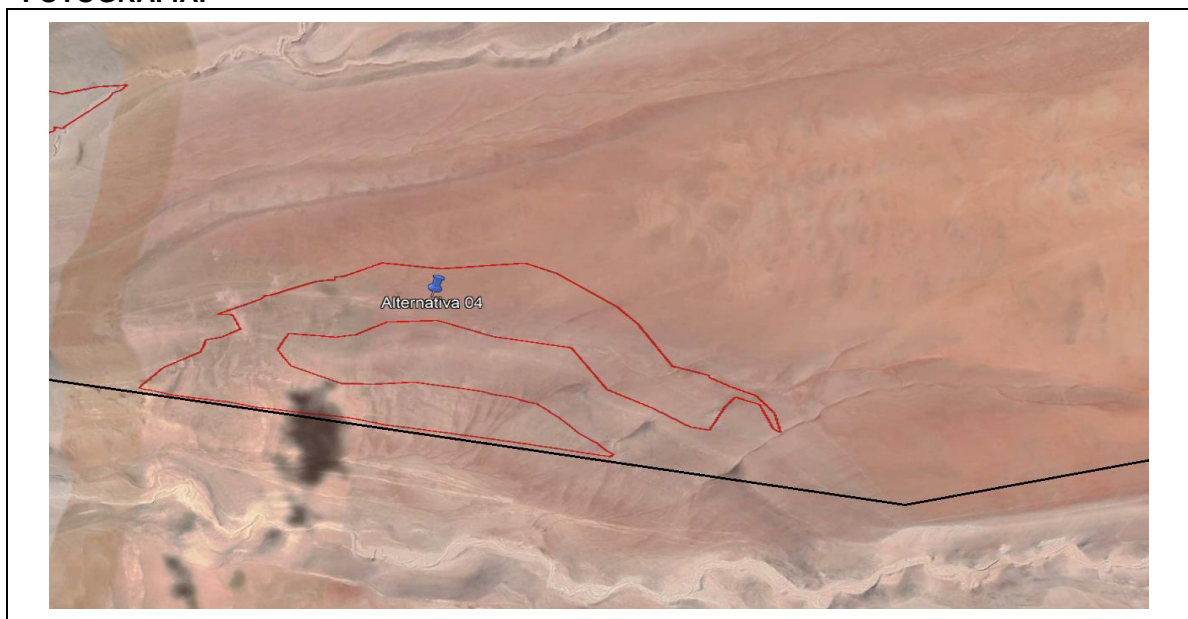
#### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

<b>1. Tipo de Propiedad del Terreno (Privado, Municipal, Comunal y Otros):</b>	Sin información
<b>2. Cobertura vegetal :</b>	Sin cobertura vegetal
<b>3. Presencia de cuerpos de agua:</b>	A 7.9 Km de la Quebrada de Escritos
<b>4. Distancia a centro poblados :</b>	A 14 Km del Centro Poblado Complejo Aduanero Santa Rosa
<b>5. Actividades desarrolladas:</b>	Ninguna actividad
<b>6. Acceso:</b>	Acceso privado (Asociación de viviendas Concordia)

#### USO ACTUAL DE SUELO

<b>1. Categoría :</b>	Tierras sin uso y/o improductivos
<b>2. Sub-Clase:</b>	Tierras marginales áridas de escasa a nula vegetación

#### FOTOGRAFÍA:



**ANEXO 04: Diagrama de flujo para determinar la ubicación del relleno sanitario**

