

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE
TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025**

PRESENTADA POR:

PERCY EDWIN SOTOMAYOR ALZAMORA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



11%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 31 MAR 2025, 10:06 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
0.86%

● CHANGED TEXT
10.14%

Report #25559637

PERCY EDWIN SOTOMAYOR ALZAMORA // EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025 RESUMEN El incremento de los residuos sólidos, especialmente los biocontaminados, representa un desafío para las ciudades en desarrollo debido a su inadecuado manejo y disposición final. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la gestión de los residuos dentales en la ciudad de Puno, proponiendo además una tecnología de tratamiento que permita su adecuada disposición. Para ello, se realizó el estudio en 88 consultorios dentales, determinando su nivel de eficiencia en el manejo de residuos y la cantidad de residuos generados. Estos datos se utilizaron para determinar el nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales, además de calcular la capacidad necesaria para la implementación de un relleno sanitario como tecnología de tratamiento. Adicionalmente, se aplicaron técnicas de análisis multicriterio y mapas temáticos con ponderación binaria para identificar potenciales ubicaciones para su construcción. Los resultados mostraron que el 43.55% de los consultorios gestionan eficientemente sus residuos, mientras que el 56.45% no lo hace. La generación per cápita promedio fue de 1,51 kg/consultorio/día. El análisis geoespacial identificó ocho sitios viables para la construcción del relleno, con una superficie estimada de una hectárea para una vida útil de 10 años. Se concluyó

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE
TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025
PRESENTADA POR:
PERCY EDWIN SOTOMAYOR ALZAMORA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

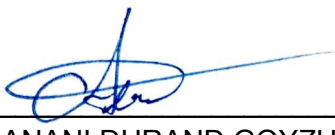
:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS

:



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ingeniería Ambiental y Geológica

Puno, 04 de abril del 2025.

DEDICATORIA

A mi familia, que me apoyó en cada momento de mi vida y siempre confió en mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que siempre estuvo a mi lado, a la Virgen de la Candelaria, que cuida mis pasos, a la Universidad Privada San Carlos, que me brindó esta oportunidad, a todos mis docentes, que me brindaron todo su conocimiento y amistad, a mis compañeros, que estaban ahí cuando los necesitaba, a mis amigos, que me dieron siempre ánimos para continuar, a William Najjar Mendoza, que me ayuda cuando lo necesito y a mi Asesora, la Mg. Elvira Anani Durand Goyzueta, quien me apoyó en cada uno de mis pasos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	1
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ANEXOS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. ANTECEDENTES	20
1.2.1. INTERNACIONALES	20
1.2.2. NACIONALES	23
1.2.3. LOCALES	26
1.3. OBJETIVOS	27

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	28
2.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS DENTALES	28
2.1.2. SEGREGACIÓN DE RESIDUOS BIOMÉDICOS	29
2.1.3. UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO	30
2.1.4. ANÁLISIS ESPACIAL	30
2.1.5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	31

2.1.6. ÁLGEBRA DE MAPAS	32
2.1.6. RELLENO SANITARIO	33
2.2. MARCO NORMATIVO	34
2.2.1. LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ	34
2.2.2. DECRETO SUPREMO NO. 06-STN DEL 09-01-64	34
2.2.3. LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - LEY N°27314	34
2.2.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS D.S. N°057-2004-PCM	34
2.2.5. DECRETO LEGISLATIVO N°1065	34
2.2.6. LA LEY N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE	34
2.2.7. NORMA TÉCNICA DE SALUD N° 144-MINSA/2018/DIGESA, GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN	35
2.2.8. GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	35
2.3. MARCO CONCEPTUAL	36
2.2.1. TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS SÓLIDOS DE ORIGEN HOSPITALARIO	36
2.2.2. INCINERACIÓN	36
2.2.3. DESINFECCIÓN POR MICROONDAS	36
2.2.4. LA ESTERILIZACIÓN POR AUTOCLAVE	37
2.2.5. RELLENO SANITARIO	37
2.2.6. RESIDUO SÓLIDO	37
2.2.7. RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS	38
2.2.8. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS	38
2.2.9. ETAPAS DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN	

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN	39
2.2.10. UBICACIÓN DEL ÁREA PARA FUTURO RELLENO SANITARIO	39
2.2.11. DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO	40

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	42
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.2.1. POBLACIÓN.	43
3.2.2. MUESTRA.	43
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	43
3.3.1. TIPO DE MUESTREO	43
3.3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.3.3. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	44
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	45
3.4.1. VARIABLES	45
3.4.2. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	46
3.4.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	47

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CONSULTORIOS DENTALES DE LA CIUDAD DE PUNO	51
4.1.1. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	51
4.1.2. ÁREAS Y DEPÓSITOS	53
4.1.3. RECOLECCIÓN INTERNA	54
4.1.4. CUIDADO DEL PERSONAL	55
4.1.5. DISPOSICIÓN FINAL	56
4.2. RESULTADOS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS	

CONSULTORIOS DENTALES DE LA CIUDAD DE PUNO	57
4.3. UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LOS CONSULTORIOS DENTALES DE LA CIUDAD DE PUNO	58
4.3.1. RESTRICCIONES Y EXCLUSIONES	59
4.3.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	60
4.3.3. PROCESAMIENTO DE MAPAS	63
4.3.4. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN	64
MAPAS DE RESTRICCIONES	64
4.3.5. PENDIENTE	64
4.3.6. GEOLOGÍA	66
4.3.7. DISTANCIA A REDES VIALES	68
4.3.8. HIDROLOGÍA	70
4.3.9. COBERTURA VEGETAL	72
4.3.10. DISTANCIA A CENTROS POBLADOS	74
4.3.11. FALLAS GEOLÓGICAS	76
4.3.12. ZONAS ARQUEOLÓGICAS	78
4.3.13. EVALUACIÓN MULTICRITERIO	79
4.4. VERIFICACIÓN DE POSIBLES ÁREAS ÓPTIMAS PARA EL RELLENO SANITARIO	82
4.4.1. ÁREAS ÓPTIMAS DEL 01 AL 05	83
4.4.2. ÁREAS ÓPTIMAS 06 Y 07	85
4.4.3. ÁREA ÓPTIMA 08	86
4.5. PREDIMENSIONAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO	88
4.5.1. INFORMACIÓN BÁSICA	88
4.5.2. RESIDUOS GENERADOS	88
4.5.3. VOLUMEN DE RESIDUOS GENERADOS	89
4.5.4. MATERIAL DE COBERTURA	89

4.5.5. RESIDUOS ESTABILIZADOS POR AÑO	89
4.5.6. RELLENO SANITARIO	90
4.5.7. ÁREA REQUERIDA	90
4.5.8. INFRAESTRUCTURA ADICIONAL	90
4.5.9. CELDA SEMANAL	92
4.5.10. VOLUMEN DE LA CELDA SEMANAL	92
4.5.11. ÁREA DE LA CELDA SEMANAL	92
4.5.12. LARGO DE LA CELDA	92
4.6. DISCUSIÓN	93
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Valoración del manejo de residuos sólidos de los consultorios dentales	48
Tabla 02: Composición de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno	57
Tabla 03: Valoración del nivel de manejo de residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno.	58
Tabla 04: Restricciones para la ubicación de un relleno sanitario	59
Tabla 05: Ponderación binaria - Pendiente	66
Tabla 06: Ponderación binaria - Tipo de suelo	68
Tabla 07: Ponderación binaria - Red vial	70
Tabla 08: Ponderación binaria - Ríos	71
Tabla 09: Ponderación binaria - Cobertura vegetal	74
Tabla 10: Ponderación binaria - Centros poblados	76
Tabla 11: Ponderación binaria - Fallas geológicas	78
Tabla 12: Área total del distrito de Puno y áreas aptas y no aptas para la construcción de un relleno sanitario	82
Tabla 13: Proyecciones de necesidades volumétricas y área para el relleno sanitario	91

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Residuos sólidos dentales	29
Figura 02: Depósitos para residuos sólidos dentales	30
Figura 03: Fuente de datos y capas SIG	31
Figura 04: Superposición de capas	32
Figura 05: Relleno sanitario	33
Figura 06: Ubicación del distrito de Puno	42
Figura 07: Resultado del indicador “Clasificación de residuos sólidos”, ítem 1	52
Figura 08: Resultado del indicador “clasificación de residuos sólidos”, ítem 2	52
Figura 09: Resultado del indicador “Áreas y depósitos”, ítem 1	53
Figura 10: Resultado del indicador “Áreas y depósitos”, ítem 1	54
Figura 11: Resultado del indicador “Recolección interna”	54
Figura 12: Resultado del indicador “Cuidado del personal”, ítem 1	55
Figura 13: Resultado del indicador “Cuidado personal”, ítem 2	56
Figura 14: Resultado del indicador “Disposición final”	56
Figura 15: Descarga del modelo digital de elevación DEM	61
Figura 16: Descarga de imagen satelital Landsat 8, del portal del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)	61
Figura 17: Descarga de fallas geológicas, geología del suelo y ríos	62
Figura 18: Descarga de redes viales Nacionales, Departamentales y vecinales	62
Figura 19: Descarga de Límites Departamentales, Provinciales y Distritales	63
Figura 20: Descarga de Centros poblados	63
Figura 21: Modelo digital de elevación (DEM) del distrito de Puno	64
Figura 22: Mapa procesado con las pendientes del distrito de Puno con la ponderación binaria	65
Figura 23: Mapa geológico del distrito de Puno	67
Figura 24: Mapa geológico procesado del distrito de Puno con la ponderación binaria	67

Figura 25: Red vial del distrito de Puno	69
Figura 26: Mapa procesado de la red vial del distrito de Puno con la ponderación binaria	69
Figura 27: Ríos del distrito de Puno	71
Figura 28: Mapa procesado con las fuentes de agua superficial del distrito de Puno con la ponderación binaria	72
Figura 29: Mapa procesado con la cobertura vegetal del distrito de Puno con la ponderación binaria	73
Figura 30: Mapa de los centros poblados del distrito de Puno	75
Figura 31: Mapa procesado con los centros poblados del distrito, con la ponderación binaria	75
Figura 32: Fallas geológicas del distrito de Puno	77
Figura 33: Mapa procesado de fallas geológicas del distrito de Puno con la ponderación binaria	77
Figura 34: Zonas arqueológicas en el Distrito de Puno	79
Figura 35: Áreas óptimas procesadas del distrito de Puno con la ponderación binaria	80
Figura 36: Áreas óptimas para el relleno sanitario en el distrito de Puno	80
Figura 37: Áreas óptimas para el relleno sanitario en el distrito de Puno exportados a Google Earth	81
Figura 38: Tabla de atributos de áreas óptimas mayores a 1 Ha	81
Figura 39: Áreas óptimas seleccionados mediante Google Earth Pro para el relleno sanitario	83
Figura 40: Área óptima 01 para el relleno sanitario del distrito de Puno	84
Figura 41: Área óptima 02 para el relleno sanitario del distrito de Puno	84
Figura 42: Área óptima 03 para el relleno sanitario del distrito de Puno	84
Figura 43: Área óptima 04 para el relleno sanitario del distrito de Puno	85
Figura 44: Área óptima 05 para el relleno sanitario del distrito de Puno	85
Figura 45: Área óptima 06 para el relleno sanitario del distrito de Puno	86

Figura 46: Área óptima 07 para el relleno sanitario del distrito de Puno	86
Figura 47: Área óptima 08 para el relleno sanitario del distrito de Puno	87
Figura 48: Área óptima 09	87

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	111
Anexo 02: Listado de los establecimientos comerciales - consultorios dentales con licencia en la ciudad de Puno	112
Anexo 03: Cuestionario	115
Anexo 04: Validación de instrumento	116
Anexo 05: Fotografías de la encuesta	122
Anexo 06: Fotografías de los lugares de las áreas óptimas para la ubicación del relleno sanitario	126

RESUMEN

El incremento de los residuos sólidos, especialmente los biocontaminados, representa un desafío para las ciudades en desarrollo debido a su inadecuado manejo y disposición final. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la gestión de los residuos dentales en la ciudad de Puno, proponiendo además una tecnología de tratamiento que permita su adecuada disposición. Para ello, se realizó el estudio en 88 consultorios dentales, determinando su nivel de eficiencia en el manejo de residuos y la cantidad de residuos generados. Estos datos se utilizaron para determinar el nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales, además de calcular la capacidad necesaria para la implementación de un relleno sanitario como tecnología de tratamiento. Adicionalmente, se aplicaron técnicas de análisis multicriterio y mapas temáticos con ponderación binaria para identificar potenciales ubicaciones para su construcción. Los resultados mostraron que el 43.55% de los consultorios gestionan eficientemente sus residuos, mientras que el 56.45% no lo hace. La generación per cápita promedio fue de 1,51 kg/consultorio/día. El análisis geoespacial identificó ocho sitios viables para la construcción del relleno, con una superficie estimada de una hectárea para una vida útil de 10 años. Se concluyó que la gestión de los residuos sólidos dentales en Puno es mayoritariamente deficiente, lo que subraya la necesidad de fortalecer la regulación y capacitación en este sector. Además, se recomienda realizar estudios más profundos para seleccionar de manera más óptima la ubicación del relleno sanitario, además de ampliar el análisis a los consultorios sin licencia, para obtener una estimación más precisa de la generación de residuos.

Palabras clave: Análisis multicriterio, Biocontaminados, Eficiencia, Relleno sanitario, Residuos dentales.

ABSTRACT

The increase in solid waste, especially bio-contaminated waste, represents a challenge for developing cities due to its inadequate management and final disposal. This research aimed to evaluate the efficiency of dental waste management in the city of Puno, also proposing a treatment technology to ensure its proper disposal. For this purpose, a study was conducted in 88 dental clinics to determine their level of efficiency in waste management and the amount of waste generated. These data were used to assess the level of knowledge regarding solid waste management in dental clinics, as well as to calculate the capacity required for the implementation of a sanitary landfill as a treatment technology. Additionally, multi-criteria analysis techniques and thematic maps with binary weighting were applied to identify potential locations for its construction. The results showed that 43.55% of the clinics efficiently manage their waste, while 56.45% do not. The average per capita generation was 1.51 kg/clinic/day. Geospatial analysis identified eight viable sites for landfill construction, with an estimated surface area of one hectare for a useful life of 10 years. It was concluded that dental solid waste management in Puno is largely deficient, emphasizing the need to strengthen regulation and training in this sector. Furthermore, deeper studies are recommended to optimize the selection of the landfill location and to expand the analysis to unlicensed clinics to obtain a more accurate estimate of waste generation.

Keywords: Multicriteria analysis, Biocontaminated, Efficiency, Sanitary landfill, Dental waste.

INTRODUCCIÓN

La gestión adecuada de los residuos sólidos es un componente esencial para la preservación del medio ambiente y la salud pública, sobre todo en entornos urbanos donde la generación de desechos es constante y diversa. En este contexto, los consultorios odontológicos constituyen una fuente de residuos sólidos biocontaminados, que incluyen no solo desechos comunes sino también materiales peligrosos y biocontaminados. Estos residuos, si no se manejan de manera adecuada, pueden representar riesgos considerables tanto para los profesionales de la salud como para la comunidad en general (Kizlary et al., 2005). La ciudad de Puno, un importante centro urbano y social situado en el altiplano peruano, se enfrenta a desafíos específicos en la gestión de estos residuos debido a su crecimiento poblacional y el aumento de los servicios de salud.

Puno, también enfrenta problemas ambientales típicos de las ciudades en desarrollo. El incremento de los servicios odontológicos en la región ha llevado a un aumento en la generación de residuos, muchos de los cuales requieren un tratamiento y disposición especial para evitar impactos negativos en la salud pública y el medio ambiente. Sin embargo, los sistemas actuales de gestión de residuos en Puno pueden no estar completamente preparados para manejar este tipo de desechos de manera eficiente y segura.

La presente investigación se centra en la evaluación del nivel de conocimiento en el manejo de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno. Este estudio se desarrolló con la finalidad de proporcionar un análisis exhaustivo de la situación actual, identificar deficiencias en el manejo de los residuos y proponer soluciones.

La correcta gestión de los residuos sólidos biocontaminados requiere la aplicación de protocolos rigurosos que abarcan la segregación en la fuente, la recolección primaria, el traslado, el manejo y el almacenamiento adecuados (Dreyfus, 2022).

Lee et al. (2013), en su investigación, encontraron que en numerosos servicios estomatológicos se evidencian dificultades para cumplir con las normas de bioseguridad y mantener un ambiente laboral favorable.

Y Palomino (2022), nos dice que el aumento significativo de los residuos sólidos generados en consultorios dentales y su manejo inadecuado representa un grave problema medioambiental que afecta la salud pública. Este incremento se debe al crecimiento demográfico y al aumento en la producción y consumo. Es necesario que tomemos decisiones que no dañen el medio ambiente.

Evaluar el manejo de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno, implica realizar una revisión de las prácticas actuales de recolección, segregación, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos en los consultorios odontológicos, con esto se pretende identificar cual es la actualidad del sistema. Esta evaluación se basará en un enfoque metodológico que incluirá un cuestionario, entrevistas y visitas, con el fin de obtener datos precisos y representativos.

Determinar la tecnología adecuada para los residuos sólidos es importante para minimizar los impactos ambientales y asegurar la eficiencia en la gestión de residuos. Esto incluye un análisis de cuál alternativa es la más adecuada para nuestro problema. Además, se considerarán factores como la distancia de los centros de generación de residuos, la accesibilidad, las características del suelo, las condiciones ambientales locales y las normativas legales vigentes. Esta determinación busca equilibrar la viabilidad técnica con la aceptación social y la sostenibilidad ambiental.

En última instancia, se espera que los resultados de esta investigación, impulsen mejoras en la gestión de los residuos sólidos odontológicos, promoviendo un entorno más limpio y seguro, no solo para la población, sino también para los trabajadores de los mismos consultorios. La implementación de una tecnología de tratamiento, contribuirá a la protección del medio ambiente y a la salud pública, reforzando la capacidad de la ciudad de Puno para manejar de manera efectiva los desafíos asociados con el crecimiento urbano y la modernización de los servicios de salud.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo de residuos sólidos es uno de los mayores problemas que se tiene en la actualidad en el mundo y más aún en países como el nuestro que no cuentan con todos los avances tecnológicos con los que cuentan los países más desarrollados. Dentro de estos residuos, existe un porcentaje que corresponde a residuos sólidos peligrosos provenientes de uso hospitalario o biocontaminados, que pueden ser tóxicos, infecciosos o hasta radiactivos y pueden llegar a causar incluso la muerte.

Los residuos peligrosos son los residuos que representan un riesgo importante para el ambiente y más aún para la salud de la población dependiendo de sus características y el manejo a los que van a ser sometidos. Estos residuos son aquellos que tengan características radioactividad, corrosividad, patogenicidad, toxicidad, reactividad e inflamabilidad, también los envases que los contengan, así como aquellos residuos sólidos biocontaminados y especiales (MINSA, 2018).

Las Naciones Unidas (1992), en su publicación Programa 21, nos indica que es importante controlar eficazmente la producción, almacenamiento, tratamiento, transporte y eliminación de desechos peligrosos para proteger la salud y el medio ambiente, prevenir la producción de estos desechos y rehabilitar lugares contaminados. Se necesita experiencia, instalaciones adecuadas, recursos financieros y capacidades científicas y técnicas para lograrlo.

Por su parte el MINAM (2014), dice que los residuos de los establecimientos que realizan atenciones de salud, son los residuos que son generados por las actividades y procesos en atenciones médicas e investigaciones en la misma área, todos ellos en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros de salud, puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, y otros afines.

De acuerdo a Huaycochea et al. (2020), en la actualidad los hospitales son generadores de residuos cuyo tratamiento es inadecuado, esto es importante porque últimamente su generación va en aumento lo que conlleva a mejores manejos de desechos, la pandemia, también hizo que el control que se tiene sobre estos residuos tenga más importancia.

Por otro lado Vargas (2018), indica que en la región de Tacna, la gestión de residuos sólidos hospitalarios es inadecuada, esto pone en riesgo la salud de su población y también de su personal, esto porque los protocolos y normatividad establecidos no son cumplidos de manera adecuada, siendo el tratamiento una de las etapas más importantes.

Los residuos peligrosos son los residuos que representan un riesgo importante para el ambiente y más aún para la salud de la población dependiendo de sus características y el manejo a los que van a ser sometidos. Estos residuos son aquellos que tengan características radioactividad, corrosividad, patogenicidad, toxicidad, reactividad e inflamabilidad, también los envases que los contengan, así como aquellos residuos sólidos biocontaminados y especiales (MINSA, 2018).

Cari & Zúñiga (2017) nos indican que tenemos instrumentos legales, la Ley General de Residuos Sólidos - Ley 27314, el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos - D.S. N° 057-2004/PCM y en el campo del sector salud la Norma Técnica N° 008-MINSA/DGSP-V.01: Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios; con todo esto el Ministerio de Salud, a través de la DIGESA, realiza gestión de residuos sólidos a través de disposiciones compiladas en el Texto Único de Procedimientos Administrativos, en tales se gestionan los manejos de residuos sólidos de una manera más general y los residuos peligrosos con más detalle.

En Arabia Saudí, Alqahtani et al. (2019), encontraron que se realizaron muchos estudios, estos se refirieron a la concientización en temas de residuos biomédicos que llegaron a ser insatisfactorios, sin embargo, la inadecuada eliminación y diferenciación de los residuos sólidos biomédicos y su mezcla con los residuos comunes, pueden exponer a la población a microorganismos. A pesar del conocimiento, aún hay mucha deficiencia en el manejo de estos residuos biomédicos, la falta de capacitación acerca del tema o leyes más duras pueden ser causas del problema.

Los laboratorios dentales producen residuos sólidos que han cobrado relevancia en investigaciones como puntos a tomar en consideración para obtener un manejo más sostenible, reducir su generación o aprovechamiento de estos, logrando así obtener una menor huella de carbono (Duane et al., 2019).

Existen cuatro Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos de origen hospitalarios, tal como lo señala la *“NORMA TÉCNICA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS” NT-MINSA/DGSP V0.1*, dentro de estas tenemos: la esterilización por autoclave, relleno sanitario, incineración y desinfección por Microondas.

A pesar de los riesgos asociados, Advíncula (2018), indica que la investigación sobre el manejo de residuos biocontaminados en la práctica médica y odontológica de Latinoamérica es notablemente deficiente, especialmente antes de la década de los 80. Los pocos estudios existentes se han concentrado en clínicas odontológicas, revelando prácticas inadecuadas y una alta incidencia de accidentes laborales.

Los centros odontológicos están considerados dentro de los consultorios y por lo tanto son afectos a todo lo concerniente con lo que dicta la ley general de residuos sólidos. Según la Ley General de Residuos Sólidos, en su artículo 82°, nos indica que la disposición final de residuos del ámbito de gestión no municipal se efectúa mediante el método de relleno de seguridad. La falta de rellenos de seguridad ha llevado a que los residuos se depositen en lugares inapropiados conocidos como botaderos. Actualmente, en el Perú, solo hay seis (6) rellenos de seguridad, lo cual no es suficiente para manejar la cantidad de basura que se genera en el país, en la ciudad de Puno, no se cuenta con

un sistema de disposición final para residuos peligrosos y por consiguiente se hace necesario una investigación de cómo es el manejo real de estos.

1.2. ANTECEDENTES

El manejo de residuos sólidos peligrosos en los consultorios dentales cobra cada vez mayor importancia en la actualidad porque su deficiencia o incluso su inexistencia pueden causar daños a la salud de las personas que intervienen en su proceso en forma directa o indirecta. En nuestra ciudad no se tiene información acerca de cómo es el manejo de los residuos sólidos procedentes de estos consultorios, el tener datos sobre este tema, se podría saber con mayor exactitud el grado del problema que esto podría ocasionar y poder tomar las medidas necesarias para remediarlo.

1.2.1. INTERNACIONALES

Tiol & Gutiérrez (2018), en su investigación “Biomedical waste management in dental practice”, manifiestan que los centros odontológicos son generadores de muchos residuos peligrosos, ya sean biológicos o no, y para evitar que haya riesgos de contaminación, estos deben ser manejados adecuadamente. Estos centros deberían realizar todo el manejo de sus residuos peligrosos, desde la identificación hasta su disposición final, evitando así sanciones por parte de las autoridades por contaminar el medio ambiente o peor aún por poner en riesgo la salud de la población en general.

Subramanian et al. (2021), en su trabajo “Biomedical waste management in dental practice and its significant environmental impact: A perspective”, mencionan que la correcta eliminación de los desechos biomédicos es una preocupación creciente en la mayoría de las organizaciones de atención médica. Es crucial que todos los trabajadores de la salud estén conscientes y capacitados en el manejo, segregación y transporte de estos desechos. Si no se manejan adecuadamente, los desechos médicos pueden convertirse en una amenaza para el ecosistema y representar riesgos para la salud. Por lo tanto, es de suma importancia garantizar un manejo adecuado de los desechos médicos en todas las organizaciones de atención médica.

En su trabajo “Current status of dental waste management in Lebanon”, Daou et al. (2015), nos dicen que la gestión de residuos sanitarios es importante y requiere de esfuerzos para mejorarla. En particular, los residuos dentales suelen ser mal manejados y terminan en la basura municipal, lo que puede generar contaminación. Es necesario establecer leyes y directrices a nivel nacional, así como educar a los profesionales de la salud dental sobre la gestión de residuos. Además, se debería extender el sistema de recogida de residuos sanitarios de los hospitales a todas las instalaciones sanitarias, incluyendo las clínicas dentales.

Beltrán et al. (2019), sostienen en su investigación “Evaluación del conocimiento sobre el protocolo de segregación en la fuente de residuos peligrosos de la facultad de odontología Universidad Cooperativa de Colombia Campus Pasto 2019-2020”, que identificar los residuos peligrosos odontológicos, que son de riesgo tanto para el medio ambiente como para salud, es importante, para lo cual se debe concientizar y fomentar su correcto manejo y así poder evitar que las personas sufran algún tipo de accidente durante su manipulación, el informar correctamente a los involucrados es fundamental para esto.

Ebrahimzadeh et al. (2018), en su investigación “Quantitative and qualitative analysis of dental clinics waste in Zabolcity, Iran”, expresaron que los centros odontológicos son grandes fuentes de producción de residuos infecciosos y potencialmente infecciosos, químicos, farmacéuticos y tóxicos, por lo que es necesario tener información sobre ellos. Al no hacer una gestión adecuada de estos, el volumen que se desecha es significativo, pudiendo reducirse si se realizaran programas de reducción en fuente, segregación y reciclaje.

En su estudio “Composition and energy content of dental solid waste”, Al-Widyan et al, (2010), nos indican que los residuos sólidos generados en las clínicas dentales contienen componentes infecciosos y, por lo tanto, representan un grave riesgo para la salud y el medio ambiente. Además, este flujo de residuos está ganando un enorme impulso en

términos de cantidades de producción que justifican la investigación de usos potencialmente beneficiosos.

En su trabajo “Ubicación óptima del área de relleno sanitario de contingencia para el municipio de chocontá”, López (2019), nos indica, que al establecer la ubicación para un relleno sanitario es necesario contar con la aprobación de la población cercana, ya que esta será directamente afectada, además también son necesarios establecer estudios geológicos adecuados para su adecuada conformación.

Palacios (2018) destaca en su trabajo “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”, que para la determinación de un lugar adecuado para la localización de un relleno sanitario se puede establecer un sitio conveniente mediante la utilización de álgebra de mapas en un sistema GIS, utilizando para ello parámetros o variables dependiendo de las normas técnicas que se utilicen en su elaboración.

López (2020), menciona en su investigación “Propuesta de Ubicación y Prediseño de un Relleno Sanitario Sustentable Intermunicipal, Entre Morelos y el Estado de México”, que algunos factores son determinantes para la ubicación de un relleno sanitario, dentro de estos podemos enumerar, distancia a aeropuertos, zonas protegidas, cuerpos de agua, etc. También son necesarios establecer otros conceptos como son la normatividad vigente, análisis estadísticos y métodos multicriterio, realizando estudios espaciales con sistemas GIS.

Como indican Charpentier et al. (2018) en su trabajo “Modelamiento espacial en la ubicación de un relleno sanitario para la zona de Intag, cantón Cotacachi, Ecuador”, el modelo de ubicación del vertedero se basa en 11 variables y utiliza álgebra de mapas para identificar las seis parcelas más adecuadas. Después de visitar cada una de las seis alternativas seleccionadas, se determinó que todas cumplieran con los criterios del software. De estas seis opciones, se evaluó según la calidad del paisaje, la fragilidad del paisaje y la cuenca visual para tomar una decisión.

El trabajo realizado por Viteri (2016), “Diseño de una celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario del Tena”, nos indica que la disposición inadecuada de residuos sólidos desencadena una serie de problemas ambientales. Los lixiviados se infiltran en el suelo y contaminan las aguas subterráneas, llegando incluso a fuentes superficiales como ríos y lagos. Estos contaminantes pueden afectar la vida acuática y, a través de la cadena alimentaria, llegar al ser humano. Además, la descomposición de la materia orgánica en los vertederos genera gases de efecto invernadero, como el metano, contribuyendo al cambio climático. La quema a cielo abierto de residuos agrava aún más la situación, liberando partículas y gases tóxicos que deterioran la calidad del aire y afectan la salud humana.

Según el estudio de Noguera & Olivero (2010) “Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano”, un relleno sanitario consiste en la construcción de celdas impermeabilizadas donde se depositan los residuos sólidos. Estos residuos son compactados y cubiertos con una capa de tierra al finalizar cada jornada de trabajo. Este método permite confinar los residuos en un espacio reducido y minimizar los riesgos de contaminación.

1.2.2. NACIONALES

En su trabajo “Manejo de residuos sólidos en los consultorios odontológicos del cercado de Ica, 2017-2018”, Callapani et al. (2018), manifiestan que el manejo de residuos odontológicos no se hace correctamente en algunas etapas, lo que puede causar daño a pacientes y trabajadores. Es importante tomar conciencia de los riesgos y cómo prevenirlos.

Como manifiesta Loayza (2016) en su investigación “Nivel de conocimiento en bioseguridad y manejo de los residuos sólidos en los consultorios odontológicos del distrito de San Juan de Miraflores, 2016”, existe una relación que resulta relevante entre el nivel de conocimiento en bioseguridad con el manejo de los residuos sólidos, por lo que, si una persona tiene altos niveles de conocimiento en bioseguridad, podrá realizar

un manejo adecuado de los residuos sólidos, lo que también influirá en su segregación, acondicionamiento y disposición final.

Palomino (2018) nos expresa en su trabajo “Proceso de eliminación de residuos biocontaminantes de los consultorios dentales privados y los factores que condicionan en toma de decisiones en la provincia de Andahuaylas – 2018”, que la segregación de los residuos biocontaminados generados en los consultorios dentales de la provincia de Andahuaylas se realiza de manera adecuada. Sin embargo, al momento de su disposición final, estos residuos son depositados en el sistema de recolección de basura municipal, lo que representa un riesgo para la salud de la población.

Existe un consenso generalizado sobre la importancia de implementar un Plan de Gestión de Residuos Sólidos Hospitalarios, el cual tendría un impacto significativo en la mejora de la gestión de estos residuos en una clínica odontológica, así lo indica en su trabajo “Propuesta de un plan de gestión de residuos sólidos hospitalarios para la clínica odontológica de la Universidad Privada de Tacna en el periodo 2019” (Del Arca, 2021).

En su investigación “Diseño y construcción de un prototipo de cámara de combustión por plasma para el tratamiento de residuos sólidos hospitalarios”, Chavez, (2020), indica que la esterilización por autoclave consiste en utilizar vapor saturado a presión dentro de una cámara específica, llamada autoclave. En esta cámara, los residuos sólidos son expuestos a altas temperaturas, con el objetivo de eliminar los agentes patógenos presentes en ellos.

En palabras de Lazo et al. (2021), en su trabajo “Celda de seguridad para residuos peligrosos de establecimientos de salud durante la pandemia sars cov-2, distrito de Tacna” indica que, para determinar el diseño de una celda de seguridad para residuos sólidos hospitalarios peligrosos, se tuvo que realizar una caracterización de residuos y así poder determinar la generación per cápita, utilizando las disposiciones del ministerio del Medio Ambiente.

En su investigación “Diseño de planta de tratamiento centralizada para residuos sólidos hospitalarios en la región de Tacna”, Vargas (2018), concluyó que, en la región de Tacna,

se necesita una planta de tratamiento para gestionar de forma segura los residuos hospitalarios. Actualmente, la falta de una gestión adecuada pone en riesgo la salud de la población y del personal médico. Esta planta garantizará el cumplimiento de las normas sanitarias y protegerá el medio ambiente.

Lara (2021), en su trabajo “Propuesta de diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos del distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba, departamento de Piura”, indica que la creciente problemática de la contaminación mundial hace que la construcción de rellenos sanitarios sea una solución viable para reducir el impacto negativo de los residuos sólidos.

En su trabajo “Localización de zonas ambientalmente óptimas para construcción de rellenos sanitarios usando Sistemas de Información Geográfica en la región Ucayali, 2021”, Arias (2021), utilizando Sistemas de Información Geográfica, sugiere que a pesar de la existencia de algunos planes de gestión de residuos sólidos en Ucayali, estos se encuentran obsoletos y no reflejan la realidad actual. Un análisis reciente demuestra que los sitios propuestos en dichos planes no corresponden a los lugares donde se depositan los residuos actualmente, lo que subraya la importancia de realizar estudios más actualizados para mejorar la gestión de residuos en la región.

Como indican Sanchez & Perez (2021) en su investigación “Propuesta de diseño de relleno sanitario para el distrito de Baños del Inca, Cajamarca 2021”, se puede realizar una propuesta de relleno sanitario, siempre que se cumplan todas las normas legales y técnicas. además de los criterios necesarios estipulados por el Ministerio del Ambiente en su diferente documentación. para ello son necesarios varios datos relevantes además de parámetros, estudios, cálculos y especialistas en el tema.

También, Castro (2021) en “Nivel de conocimiento sobre el manejo de desechos odontológicos en cirujanos dentistas del distrito Cerro Colorado Arequipa 2021”, nos dice que una infraestructura adecuada para la disposición final de residuos sólidos es fundamental para proteger el medio ambiente. Al evitar prácticas como la quema de basura y la disposición en vertederos a cielo abierto, se reducirá la contaminación del

suelo, del agua y del aire. Asimismo, la promoción del reciclaje y el compostaje contribuirá a la conservación de los recursos naturales y a la mitigación del cambio climático.

1.2.3. LOCALES

Cari & Zúñiga (2016), mencionan en su trabajo “Manejo y disposición final de residuos sólidos en la clínica odontológica universitaria en Juliaca”, que el manejo adecuado de residuos sanitarios es sumamente deficiente dentro de la clínica estomatológica de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la ciudad de Juliaca. Es de suma importancia reforzar el aspecto administrativo y académico tomando como guía la normatividad en lo concerniente a bioseguridad establecida en el marco legal vigente.

En su trabajo “Caracterización de la gestión de residuos sólidos en los establecimientos de salud; tipo III: Vallecito y José Antonio Encinas, tipo II: Chejoña Y 4 de Noviembre de la ciudad de Puno, 2013”, Huarachi (2013), determinó que en los establecimientos de salud estudiados, existe una deficiencia en el manejo de los residuos sólidos, pues no existe una clasificación correcta de estos.

Cari & Zúñiga (2017), en su investigación “Cumplimiento de las normas técnicas para el manejo de residuos sólidos en una clínica universitaria, Juliaca”, concluyó que en la Clínica odontológica de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, el conocimiento del manejo de los residuos sólidos generados es regular, habiendo deficiencias en algunos de los procedimientos..

Molina (2022), nos indica en “Efecto de la capacitación sobre bioseguridad en el desempeño de los alumnos de la clínica odontológica - Universidad Nacional del Altiplano Puno 2019”, que en el manejo de residuos en la clínica odontológica de la Universidad Nacional del Altiplano, el desempeño fue malo en la mayoría de los casos, sin embargo, luego de que se procedió a una capacitación, el desempeño fue mejoró notablemente.

En su investigación “Evaluación del diseño de infraestructura de relleno sanitario para la localidad de Ocuvi, distrito de Ocuvi, provincia de Lampa – Puno”, Quispe (2018), determinó que para el correcto funcionamiento de un relleno sanitario, es necesario un

adecuado dimensionamiento del mismo, para que no exceda la capacidad aprobada durante su tiempo de servicio, además de la correcta segregación de los residuos sólidos que se albergarán en dicha infraestructura.

Según expresa Mamani (2020), en su trabajo “Identificación de áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario aplicando sistemas de información geográfica, en el distrito de Huayrapata, Provincia de Moho, Puno-2020”, se demuestra que los sistemas de información geográfica SIG y la evaluación multicriterio, se pueden emplear para determinar las potenciales áreas para la instalación de un relleno sanitario, todo esto gracias al procesamiento de los datos obtenidos. Así también permite realizar el trabajo de una mejor manera al tomar en cuenta los problemas ambientales en la zona.

Hanco (2023), en su trabajo “Aplicación del software QGIS para la ubicación óptima de un relleno sanitario en el distrito de Ayaviri - Puno 2023”, determinó que, para una correcta ubicación de un relleno sanitario, el seguir los criterios técnicos definidos en las guías metodológicas elaboradas por el MINAM, optimizan el lugar donde esta infraestructura será construida.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno y proponer tecnologías de manejo para mejorar su gestión integral.

Objetivos específicos

- Analizar el manejo actual de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno.
- Determinar el nivel de conocimiento del personal de los consultorios dentales sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- Elaborar una tecnología de manejo para la mejora de la gestión de residuos sólidos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

En la actualidad, la búsqueda de mejores condiciones de vida implica la necesidad de encontrar alternativas para una mejor gestión de los residuos sólidos. Es especialmente importante en el caso de los residuos hospitalarios, que pueden ser peligrosos para la salud debido a la posible presencia de enfermedades infecciosas, las cuales pueden poner en riesgo la vida de las personas si no se manejan adecuadamente. Los residuos dentales, que pertenecen a la categoría de residuos hospitalarios y biocontaminados, también presentan riesgos inherentes a su procedencia.

2.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS DENTALES

De acuerdo con las regulaciones de Grecia, los residuos dentales sólidos se clasifican en cuatro categorías principales: residuos infecciosos, residuos tóxicos, residuos mixtos (que combinan características infecciosas y tóxicas) y residuos domésticos. La categoría más amplia corresponde a los residuos infecciosos, que contienen objetos punzocortantes y materiales contaminados con sangre y otros fluidos de la boca. Estas tres primeras categorías se consideran peligrosas. La gestión segura de estos residuos es fundamental para prevenir problemas tanto ambientales como de salud pública. Los objetos punzocortantes constituyen un subgrupo dentro de los residuos infecciosos y requieren un manejo especial debido a su capacidad de causar lesiones y transmitir enfermedades, especialmente al personal encargado de la recolección, tratamiento y eliminación de residuos (Mandalidis et al., 2018).



Figura 01: Residuos sólidos dentales

Fuente: Adaptado de Manejo de residuos sólidos en los consultorios odontológicos del cercado de Ica, 2017-2018, por (Callapani et al., 2018)

2.1.2. SEGREGACIÓN DE RESIDUOS BIOMÉDICOS

El correcto manejo de los desechos biomédicos es crucial para garantizar su adecuada gestión y evitar la propagación de contaminantes. Es fundamental reducir al mínimo la cantidad de desechos infecciosos mediante un proceso adecuado. Si no se realiza de manera correcta, esto podría generar peligros para la salud (Subramanian et al., 2021).



Figura 02: Depósitos para residuos sólidos dentales

Fuente: Elaboración propia

2.1.3. UBICACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO

Una de las tantas preocupaciones debido al hecho de poner un relleno sanitario dentro de la localidad que la va a utilizar, es que poner en marcha un proyecto de construcción de relleno sanitario puede generar conflictos socio ambientales debido a la percepción de la población y preocupación a la posible contaminación del aire, del suelo, del valor de la terrenos de terceros y los problemas de salud que pudieran ocasionar (Canelo, 2021).

2.1.4. ANÁLISIS ESPACIAL

El Análisis Multicriterio basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) o Evaluación Multicriterio (EMC) es una metodología utilizada para la toma de decisiones que involucra el análisis de múltiples factores o limitantes relacionados con el criterio a evaluar. Esta metodología considera aspectos ambientales, sociales e hidrológicos,

teniendo en cuenta la ubicación geográfica y el posible impacto que las decisiones puedan tener en la zona (Amangandi & Rivera, 2022).

El análisis espacial revela patrones repetitivos en la distribución de fenómenos, como la concentración en centros urbanos y la relación entre lugares. Explora las causas de estos patrones, utilizando conceptos como distancia, interacción y centralidad. Estas relaciones se describen a través de leyes espaciales y se integran en teorías que explican cómo funcionan y evolucionan los sistemas espaciales (Bustamante, 2020).

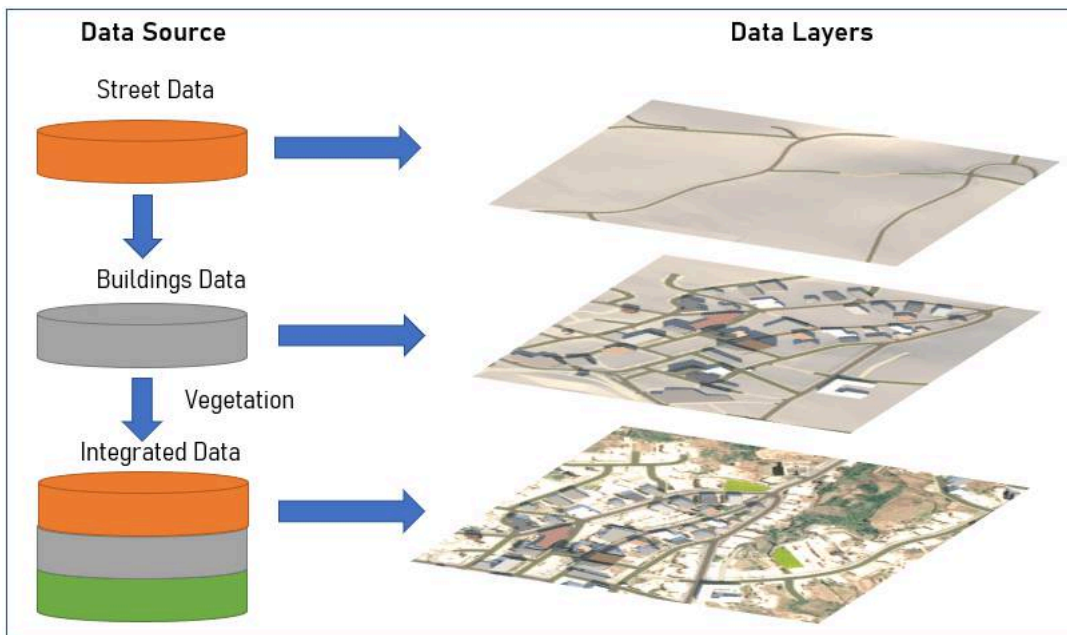


Figura 03: Fuente de datos y capas SIG

Fuente: Adaptado de Wind Turbines and Rooftop Photovoltaic Technical Potential Assessment: Application to Sicilian Minor Islands, por (Moscoloni et al., 2022), Energies, 15, 5548.

2.1.5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Es una herramienta digital que permite gestionar y analizar datos vinculados a ubicaciones específicas en la Tierra. Estos datos, llamados georreferenciados, están asociados a coordenadas geográficas, como la latitud y la longitud. Los SIG utilizan dos representaciones principales de datos: vectorial, que representa entidades geográficas como puntos, líneas y polígonos, y raster, que divide el espacio en una cuadrícula de celdas, cada una con un valor asociado. Además, los SIG incorporan el análisis

multicriterio, una técnica que permite evaluar y comparar múltiples factores al tomar decisiones, como la selección de ubicaciones para proyectos (Hancoo, 2023).

2.1.6. ÁLGEBRA DE MAPAS

El uso de herramientas de teledetección, combinado con tecnologías avanzadas, permite un análisis de datos rápido y eficiente. Al correlacionar todos los parámetros, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las tecnologías de geoprocésamiento son herramientas ideales para abordar problemas complejos de planificación. Estas herramientas permiten la visualización de parámetros en capas mediante datos georreferenciados, facilitando operaciones matemáticas y el uso de mapas como parámetros en ecuaciones, lo que contribuye en la toma de decisiones (Pires & Vicente, 2021)

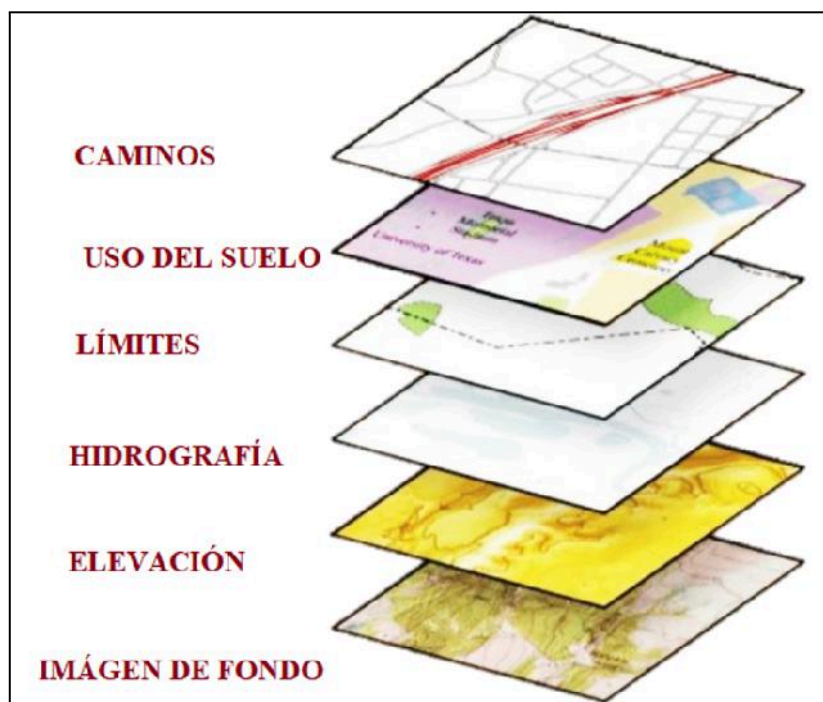


Figura 04: Superposición de capas

Fuente: Adaptado de la superposición de capas temáticas que pueden ser trabajadas en un SIG de manera interactiva. Tomada de Sistema de información geográfica para el desarrollo de un plan de gestión urbana, (Senarque & Sandoval, 2020)

2.1.6. RELLENO SANITARIO

Los rellenos sanitarios son infraestructuras esenciales para la gestión adecuada de los residuos sólidos municipales. Al disponer de los desechos de manera segura y controlada en estos sitios, se previene la contaminación del suelo, del agua y del aire, protegiendo así la salud pública y los ecosistemas. Estos espacios están diseñados con sistemas de impermeabilización, drenaje y monitoreo para evitar la lixiviación de contaminantes y la generación de gases nocivos. Además, se implementan medidas de control para minimizar los olores y las plagas, garantizando así un manejo ambientalmente responsable de los residuos (MINAM, 2016).



Figura 05: Relleno sanitario

Fuente: Adaptado de Relleno Sanitario en Huamanga, por el Instituto Peruano de Protección Ambiental, 2017, <http://ipama.org.pe/2017/12/11/ayacucho-se-inaugura-relleno-sanitario-huamanga/>

2.2. MARCO NORMATIVO

En el Perú, la disposición final de residuos sólidos se realiza a través de rellenos sanitarios, y estos se norman según:

2.2.1. LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ

Artículo 2.- Derechos fundamentales de la persona: “Toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.” y “Toda persona tiene derecho a la salud y de un ambiente equilibrado; los cuales son establecidos y garantizados en la Constitución Política del Perú.”

2.2.2. DECRETO SUPREMO NO. 06-STN DEL 09-01-64

Establece el uso del método de relleno sanitario y asigna responsabilidades a las municipalidades para el proceso de recolección y disposición final de residuos.

2.2.3. LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - LEY N°27314

Considera las recomendaciones y lineamientos para la implementación y operación de infraestructuras dedicadas a la disposición final de los residuos, además establece las condiciones para elaborar los estudios de impacto ambiental en proyectos.

2.2.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS D.S. N°057-2004-PCM

Establece los criterios mínimos que se requieren para la selección de lugar, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras dedicadas a la disposición final.

2.2.5. DECRETO LEGISLATIVO N°1065

Decreto que modifica la Ley N°27314, realizando una serie de perfeccionamientos, instaurando también competencias del Ministerio del Ambiente, Autoridades Sectoriales e instituciones competentes, además de establecer cuáles son los roles de los gobiernos regionales y municipales.

2.2.6. LA LEY N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE

En su artículo 67, precisa sobre el saneamiento básico que “las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local dan prioridad a la implementación de medidas de

saneamiento básico que incluyan la construcción y gestión de infraestructura adecuada. Estas medidas buscan garantizar un manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reúso de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos tanto en zonas urbanas como rurales.”.

2.2.7. NORMA TÉCNICA DE SALUD N° 144-MINSA/2018/DIGESA, GESTIÓN INTEGRAL Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Aprobada por Resolución Ministerial N° 1295-2018/MINSA, cuyo objetivo es establecer lineamientos y procedimientos para una gestión integrada, sanitaria y ambientalmente adecuada de los residuos sólidos generados por establecimientos de salud, servicios médicos auxiliares y centros de investigación. Esto implica estandarizar las condiciones de seguridad para pacientes, personal de salud, personal de limpieza y visitantes expuestos a los residuos sólidos peligrosos. Además, se busca proporcionar alternativas para reducir la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos en estos establecimientos, con el fin de disminuir su impacto negativo en el medio ambiente y la salud de las personas

2.2.8. GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Aprobada por RM N° 165-2021-MINAM, se elaboró con el fin de identificar potenciales zonas para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, tomando en cuenta los criterios, restricciones y exclusiones presentes en el Decreto Legislativo n° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su reglamento, aprobado a través del Decreto Supremo n° 014-2017- MINAM.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS SÓLIDOS DE ORIGEN HOSPITALARIO

La incineración es un proceso de combustión que transforma la materia orgánica de los residuos en cenizas y gases inertes. Este método elimina agentes patógenos y reduce significativamente el peso y volumen de los residuos, hasta un 90%. **La desinfección por microondas** usa radiación electromagnética para calentar el agua en los residuos, desinfectándolos. Reduce el volumen un 60% y prepara los residuos para ser depositados en un relleno sanitario. **La esterilización por autoclaves** es un proceso que utiliza vapor saturado a presión en una cámara llamada autoclave. Este procedimiento somete los residuos sólidos hospitalarios a altas temperaturas para destruir los agentes patógenos presentes. **El relleno sanitario** es una técnica para disponer de residuos sólidos hospitalarios en el suelo de manera segura, sin causar daño al medio ambiente ni riesgos para la salud.

2.2.2. INCINERACIÓN

La incineración es un proceso de combustión controlada utilizado para degradar sustancias orgánicas. Para residuos peligrosos, se requiere una eliminación superior al 99.99% para ser aceptable. La incineración se realiza a temperaturas superiores a 850°C, transformando los residuos orgánicos en gases, escoria y cenizas, reduciendo así el peso y el volumen significativamente. Es crucial minimizar la cantidad de polvo en los gases de combustión y evitar la contaminación del agua utilizada, lo cual implica altas inversiones en sistemas de depuración y tratamiento. Aunque presenta ventajas en la reducción de residuos, la incineración no elimina completamente la necesidad de rellenos sanitarios (Torres & Yepes, 2023).

2.2.3. DESINFECCIÓN POR MICROONDAS

La desinfección por microondas es un método eficaz que utiliza calor húmedo y vapor para tratar residuos sólidos, logrando reducir su volumen en un 60%. Esta técnica no emite gases peligrosos ni genera efluentes líquidos, lo que la hace ambientalmente

amigable. Además, presenta un bajo riesgo de operación y un alto grado de efectividad en la desinfección, manteniendo la contaminación en niveles mínimos (Cardenas, 2021).

2.2.4. LA ESTERILIZACIÓN POR AUTOCLAVE

El autoclave es un proceso de tratamiento térmico que utiliza vapor, ya sea húmedo o sobrecalentado, en un recipiente de presión metálico con cierre hermético para esterilizar residuos sólidos y destruir patógenos. Este método ofrece altos grados de efectividad, no produce emisiones gaseosas peligrosas, es fácil de operar y los efluentes resultantes son estériles. Sin embargo, requiere una línea de vapor y no reduce el volumen de los desechos tratados (Morales & Sánchez, 2019).

2.2.5. RELLENO SANITARIO

Los rellenos de sanitarios tienen como finalidad el que se encuentren alejados y brindar aislamiento de los residuos peligrosos y no peligrosos, generados, dentro de estructuras que están debidamente acondicionadas para ese fin, sus componentes deben estar debidamente impermeabilizados y el material de lixiviación producido en ellos permanezca dentro de la misma estructura (AMBIDES, 2020).

2.2.6. RESIDUO SÓLIDO

Se define como residuo sólido a toda sustancia que luego de haber sido generado por la actividad humana, ya no se le considera alguna utilidad o se tiene de alguna manera la necesidad de deshacerse de él.

Según el D.L N°1278 los residuos sólidos se clasifican en tres grupos: según su origen, según su gestión y según su peligrosidad.

- Según su origen: Residuo domiciliario, comercial, de limpieza de espacios públicos, hospitalario, industrial, de actividades de construcción, agropecuario, de actividades especiales.
- Según su gestión: Residuo de ámbito municipal y no municipal
- Según su peligrosidad: Residuos peligrosos, no peligrosos

2.2.7. RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS

Son los que se producen en el marco de actividades médicas y de investigación en lugares como hospitales, centros de salud, consultorios y similares. Su principal característica es que pueden estar contaminados con agentes infecciosos o microorganismos que presentan peligro para la salud pública, tales como agujas, gasas, algodones, medios de cultivo y órganos patológicos. Estos residuos deben ser manejados de manera especial para garantizar la seguridad de las personas (MINSa, 2018).

2.2.8. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS

Según el Ministerio de Salud, la clasificación de los residuos sólidos hospitalarios está basada en su naturaleza y sus riesgos asociados. Por lo cual los clasifica en tres categorías: Clase A: Residuo Biocontaminado, Clase B: Residuo Especial y Clase C: Residuo Común (DIGESA-MINSA, 2010). El Ministerio de Salud ahonda en la clasificación de los residuos hospitalarios, así podemos indicar (MINSa, 2018).

Clase A: Residuos Biocontaminados

Son los generados en el proceso de la atención e investigación médica y científica, contaminados con agentes infecciosos, o que pueden contener concentraciones de microorganismos potencialmente riesgosos para quien entre en contacto con ellos (MINSa, 2018) (p. 8).

Clase B: Residuos Especiales

Son los residuos peligrosos generados en los establecimientos de salud, Servicios médicos de apoyo y Centros de investigación con características físicas y químicas de potencial peligro por lo corrosivo, inflamable, tóxico, explosivo, reactivo y radioactivo para la persona expuesta (MINSa, 2018) (p. 9).

Clase C: Residuos Comunes

Son los que no han estado en contacto con pacientes, o con materiales o sustancias contaminantes; tales como los que se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, etc. En general, todo material que no puede clasificar en las categorías A y B (MINSa, 2018) (p. 10).

2.2.9. ETAPAS DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD, SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Las etapas establecidas para el manejo de los residuos sólidos según la Norma Técnica de Salud (MINSA, 2018) son:

- Acondicionamiento
- Segregación.
- Almacenamiento primario.
- Almacenamiento intermedio
- Recolección y transporte interno.
- Almacenamiento central o final
- Valorización
- Tratamiento de los residuos sólidos
- Recolección y transporte externo de los residuos sólidos
- Disposición final de los residuos sólidos

2.2.10. UBICACIÓN DEL ÁREA PARA FUTURO RELLENO SANITARIO

Los rellenos sanitarios no son necesariamente un problema si son manejados de manera adecuada, deben estar ubicados alejados de centros poblados previendo su vida útil, pero no demasiado para no elevar sus costos de transporte considerando 1 km como una distancia adecuada, habiendo excepciones de acuerdo a lo establecido en su EIA o la Dirección General de Salud Ambiental (MINSA, 2011).

La necesidad principal es disponer de información sobre las zonas potenciales para la ubicación de infraestructuras de eliminación de residuos que cumplan con los criterios técnicos y ambientales establecidos en la legislación, lo que permitiría promover y orientar la inversión pública y privada. Esta información se basaría en datos técnicos que aseguren que los impactos sobre el medio ambiente sean mínimos y que se cumpla con los criterios establecidos (MINSA, 2011).

2.2.11. DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO

Selección del Sitio: El lugar debe ubicarse lejos de áreas urbanas en crecimiento y estar en una zona donde el suelo tenga baja permeabilidad para evitar la contaminación de aguas subterráneas, además de otros parámetros contemplados dentro de la normativa.

2.2.11.1. Parámetros de Diseño

Vida Útil del Relleno

Se calcula considerando la tasa de generación de residuos, la población proyectada y la eficiencia del sistema de recolección. En este caso, la generación per cápita es de 1.5 kg por consultorio al día.

Celda Semanal

La celda semanal se diseña para acomodar los residuos de una semana, donde se compacta y se cubre con tierra. La altura promedio recomendada es de 2.5 metros para una buena estabilidad y reducción en el uso de material de cobertura, pudiendo ser menor, dependiendo de la producción per cápita.

Material de Cobertura

Se emplea para controlar olores, evitar la proliferación de fauna y minimizar la dispersión de residuos. Se utiliza en capas de 15 cm (diaria), 30 cm (intermedia) y 60 cm (final).

2.2.11.2. Componentes del Diseño

Celdas y Capas

Las celdas diarias se agrupan en franjas, formando capas de residuos en distintos niveles. Esto permite manejar mejor los lixiviados, que se suelen canalizar hacia una laguna de evaporación.

Superficie Final

La superficie final incluye una cobertura de 60 cm de espesor compactada en capas, permitiendo reforestación con plantas que no se vean afectadas por los gases generados en el relleno.

Método Constructivo

Método de Área

Se construyen celdas en superficies planas o en depresiones naturales, compactando los residuos y cubriéndose con material extraído del mismo terreno.

Equipamiento Necesario

Para la compactación y cobertura de los residuos se utilizan equipos como tractores de cadenas, compactadores y cargadores de ruedas. El equipo se selecciona en función de la capacidad y tipo de residuos, la topografía del sitio y las condiciones climáticas, buscando maximizar la vida útil del relleno.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La ciudad de Puno, ubicada al sureste del Perú, constituye un importante centro urbano con una rica historia y diversidad cultural. Se encuentra a una altitud promedio de 3827 metros sobre el nivel del mar, ubicado en Longitud oeste: $15^{\circ} 50' 15''$, Latitud sur: $70^{\circ} 01' 18''$, Coordenadas: UTM zona 19 L (WGS 84) y su clima es frío y seco, caracterizado por marcadas variaciones de temperatura entre el día y la noche.

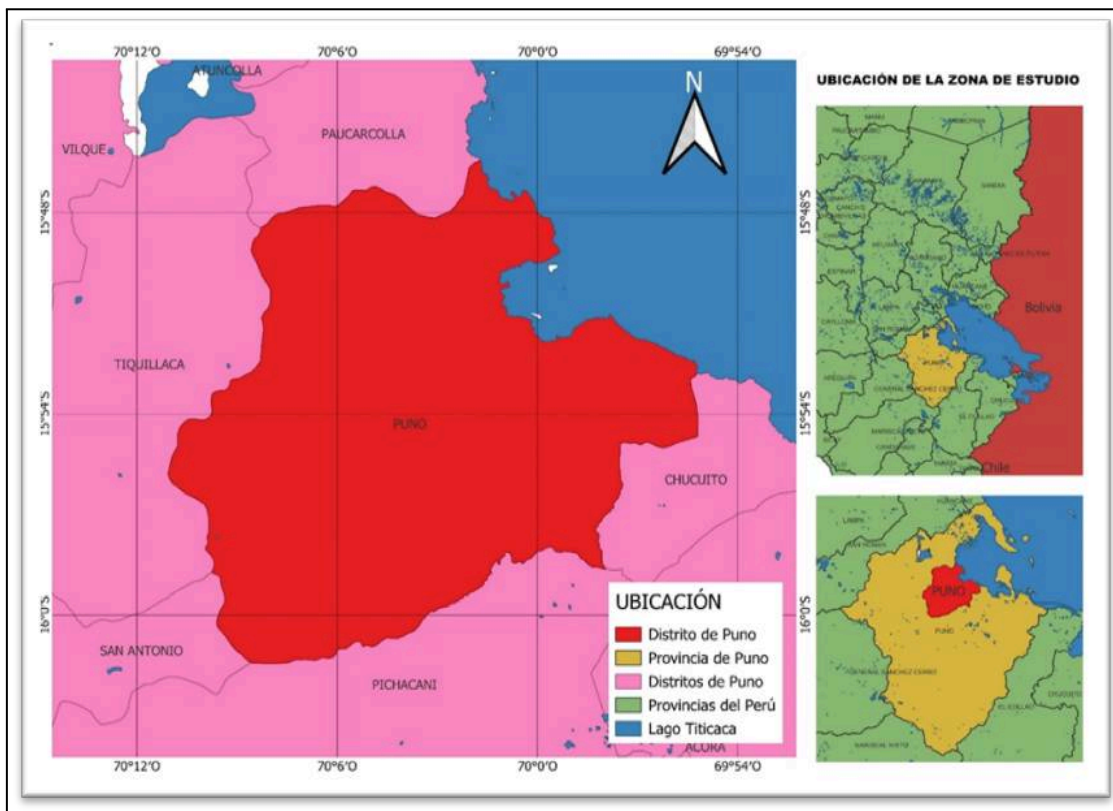


Figura 06: Ubicación del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

Puno se sitúa a orillas del Lago Titicaca, el lago navegable más alto del mundo, lo que influye significativamente en su clima y economía. Las actividades económicas de la región, son principalmente la agricultura, ganadería y turismo.

El enfoque se dirigirá a los consultorios dentales registrados en la ciudad, abarcando tanto el área urbana como las zonas periurbanas. Esta elección se fundamenta en la necesidad de evaluar las prácticas de manejo de residuos sólidos biocontaminados en el sector dental, dado su impacto significativo en la salud pública y el medio ambiente local.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN.

La población que se estableció para esta investigación, está compuesta por 88 consultorios dentales con licencia de funcionamiento en la ciudad de Puno.

3.2.2. MUESTRA.

La muestra se calculó a partir de la población, y fue conformada por 62 consultorios dentales, los cuales fueron contemplados dentro de los consultorios con licencia de funcionamiento.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE MUESTREO

El tipo de muestreo utilizado en la presente investigación, es un muestreo estratificado por conveniencia. Se seleccionaron 88 consultorios dentales con licencia de funcionamiento en la ciudad de Puno, de los cuales se determinó una muestra de 62 utilizando la fórmula de muestreo aleatorio simple para garantizar la representatividad de los datos.

3.3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se emplearon varias técnicas e instrumentos para la recolección de datos, incluyendo:

3.3.2.1. Encuesta en Persona

Se elaboró un cuestionario y se realizaron encuestas en persona en los consultorios seleccionados. El cuestionario abarcó temas como la segregación de residuos, el manejo de desechos peligrosos y las prácticas de su disposición final.

3.3.2.2. Observación Directa

Durante las visitas para las encuestas, se aprovecharon las oportunidades para observar las prácticas de manejo de residuos. Se tomaron notas sobre los procedimientos observados y se registraron las prácticas realizadas.

3.3.2.3. Entrevistas Semi-estructuradas

Además de las encuestas, se realizaron entrevistas semi-estructuradas con odontólogos y personal administrativo para profundizar en las prácticas de gestión de residuos y comprender las barreras y facilitadores para una gestión adecuada.

3.3.2.4. Análisis de Documentos

Se analizaron los datos relacionados con la gestión de residuos de los consultorios, incluyendo la generación de ellos por día y semana, además de cada tipo de residuos.

3.3.3. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

3.3.3.1. Visita Exploratoria I

La primera visita exploratoria consistió en la identificación de los consultorios dentales seleccionados para el estudio determinando su ubicación de acuerdo a las direcciones proporcionadas por la municipalidad provincial de Puno.

3.3.3.2. Visita Exploratoria II

En esta visita se llevaron a cabo las encuestas en persona, se realizaron las observaciones directas y se condujeron entrevistas semi-estructuradas. Además, se recopilaban otros datos relevantes para el análisis.

Todo este procedimiento se realizó con una previa introducción e información, estableciendo contacto con los odontólogos y obteniendo su consentimiento para participar en la investigación.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. VARIABLES

3.4.1.1. Variable Independiente

- Manejo de Residuos Sólidos generados en los Consultorios dentales

Dimensiones

- Clasificación de residuos sólidos
- Áreas y depósitos de residuos
- Recolección interna de residuos
- Cuidado personal en el manejo de residuos
- Disposición final de residuos

Indicadores

- Disponibilidad de recipientes con colores adecuados
- Existencia de áreas especiales para almacenamiento de residuos
- Tamaño adecuado de depósitos
- Indumentaria adecuada para trabajadores
- Disposición a recolector especializado

3.4.1.2. Variable Dependiente 1

- Nivel de conocimiento del personal

Dimensiones

- Conocimiento teórico
- Capacitación recibida
- Prácticas y procedimientos

Indicadores

- Comprensión de la normativa sobre manejo de residuos
- Conocimiento sobre los tipos de residuos generados y sus peligros
- Participación en cursos de capacitación sobre manejo de residuos
- Correcta ejecución de la segregación de residuos en la práctica
- Adopción de procedimientos seguros en el manejo de residuos

3.4.1.3. Variable Dependiente 2

- Tecnología de manejo de residuos sólidos

Dimensiones

- Viabilidad técnica
- Eficiencia
- Costos y recursos
- Impacto ambiental

Indicadores

- Disponibilidad y acceso a tecnologías de manejo de residuos
- Requerimientos de Infraestructura
- Capacidad de reducción de volumen de residuos
- Eficiencia en la segregación y tratamiento de residuos
- Costos de implementación y operación de las tecnologías
- Recursos necesarios para la operación y mantenimiento
- Reducción de la contaminación ambiental
- Efectos secundarios o residuales de las tecnologías usadas

3.4.2. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Debido a la naturaleza de los datos obtenidos y los objetivos de esta investigación, se realizó un análisis estadístico para evaluar la eficiencia en la gestión de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno, para el primer objetivo. Este análisis incluyó:

Análisis de Frecuencia y Porcentaje

Se calculó el porcentaje de los consultorios dentales en cada categoría de eficiencia en el manejo de residuos.

Medidas de Tendencia Central y Dispersión

Para caracterizar la cantidad promedio de residuos generados por consultorio, se utilizó el promedio aritmético de los residuos diarios.

3.4.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

3.4.3.1. Recolección

La recolección de datos se llevó a cabo durante el mes de octubre del 2024 mediante una metodología de visitas inopinadas a los consultorios dentales de la ciudad de Puno. Se empleó un muestreo sistemático basado en un listado con la dirección de cada consultorio con licencia proporcionado por la municipalidad. Durante cada visita, se aplicó un cuestionario a los responsables de los consultorios para obtener información sobre el conocimiento sobre la gestión de los residuos sólidos en cada uno de ellos y la cantidad de su producción. Para la ubicación, se recopilaron los datos necesarios de páginas especializadas en el tema.

3.4.3.2. Instrumento

Cuestionario

Para evaluar la eficiencia en el manejo de residuos sólidos en consultorios dentales de la Ciudad de Puno, se elaboró un cuestionario. Esta herramienta permite medir el cumplimiento de varios indicadores:

- Clasificación de residuos sólidos
- Áreas y depósitos
- Recolección interna
- Cuidado personal
- Disposición Final

Cada indicador se evaluó mediante ítems de respuesta dicotómica (sí/no) valorados en 2 o 3 puntos. La suma de los puntajes obtenidos permitió clasificar a los consultorios en tres niveles de eficiencia.

Escala de Valoración

Los consultorios serán categorizados como: eficiente, poco eficiente o deficiente. Esta clasificación se basará en el desempeño obtenido en el manejo de residuos sólidos, el cual se evaluará a través del instrumento de medición (Cuestionario). Cada consultorio obtendrá una puntuación final que determinará su categoría.

Tabla 01: Valoración del manejo de residuos sólidos de los consultorios dentales

CATEGORÍA	VALORACIÓN
Eficiente	19-22 puntos
Poco eficiente	9-18 puntos
Deficiente	0-8 puntos

También, dentro de este cuestionario, se recopiló la información del promedio diario y semanal de la generación de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno.

Criterios para la selección entre alternativas tecnológicas

Tipos de Sistemas de Tratamiento

Incineración

Quema controlada de residuos para oxidar el carbón e hidrógeno, destruyendo patógenos. Requiere dos o más cámaras de incineración a temperaturas específicas. Este sistema de "lavador de gases" se utiliza para limpiar y enfriar los gases de combustión antes de liberarlos.

Desinfección por Microondas

La radiación electromagnética que eleva la temperatura del agua en los residuos, causando desinfección. Implica trituración y desmenuzamiento previo de los residuos. El producto final es reducido en volumen y listo para ser depositado en el relleno sanitario.

Relleno Sanitario con Celdas de Seguridad

Disposición de residuos en el suelo, utilizando principios de ingeniería para minimizar el área y volumen. Requiere impermeabilización de la base, cerco perimétrico, señalización y letreros informativos. Considerado como una forma de disposición final, no un método de tratamiento.

Esterilización a Vapor (Autoclave)

Uso de vapor saturado a presión en una cámara para destruir agentes patogénicos. La temperatura mínima de operación es de 121°C, por al menos 30 minutos. La presión, tiempo y temperatura dependen del tipo de equipo utilizado.

Criterios de Evaluación

Para la determinación de la selección adecuada para la tecnología a utilizar en la presente investigación, se tomó como premisa que un relleno sanitario sería el indicado, tal y como se muestra en la hipótesis.

Impacto Ambiental

El relleno sanitario minimiza el impacto ambiental si se maneja adecuadamente, aunque no elimina los residuos peligrosos.

Costos y Tiempos de Instalación

La construcción y operación de un relleno sanitario puede ser más económica y rápida que otros métodos como la incineración o la autoclave.

Suministros e Insumos

Requiere menos suministros e insumos comparado con los otros métodos mencionados.

Horas de Utilización y Costos Operativos

Generalmente, el relleno sanitario necesita menos horas de operación y tiene menores costos operativos y de mantenimiento.

Factores de Seguridad

Este método reduce la exposición del personal al manipuleo de residuos biocontaminados, con una correcta gestión y uso de equipo de protección personal.

Requerimientos Normativos

Necesita cumplir con normativas locales y obtener los permisos necesarios para su funcionamiento.

Soporte Técnico

Menos complejo, por lo que el soporte técnico y la capacitación son más accesibles a nivel nacional.

Consideraciones Adicionales

- Teniendo en cuenta las condiciones locales, es menos susceptible a suspensiones accidentales de operación por factores externos comparado con métodos que requieren tecnología avanzada.
- En condiciones futuras y estimando cambios regulatorios, puede adaptarse mejor a cambios, aunque es crucial monitorear nuevas normativas.
- Generalmente, puede encontrar menos oposición pública que la incineración, siempre que esté bien gestionado.
- No genera gases ni líquidos contaminantes durante el proceso, al contrario de la incineración.

El relleno sanitario puede ser una elección adecuada para la gestión de residuos odontológicos en Puno, considerando la cantidad semanal de residuos y los criterios de evaluación. Sin embargo, es vital asegurarse de que se implementen todas las medidas de seguridad y cumplir con las normativas para minimizar cualquier riesgo ambiental o de salud pública.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CONSULTORIOS DENTALES DE LA CIUDAD DE PUNO

Los consultorios dentales son espacios dedicados a la atención dental, donde se realizan diagnósticos, tratamientos y procedimientos para mantener y mejorar la salud dental de los pacientes. Están equipados con diversas herramientas y materiales necesarios para la atención odontológica, tales como instrumentos quirúrgicos, equipos de rayos X, materiales de obturación, entre otros. En este contexto, la generación de residuos sólidos es una consecuencia inevitable de las actividades diarias. Estos residuos se dividen principalmente en tres categorías: Residuos Comunes, Residuos Biocontaminados y Residuos Especiales. La correcta segregación, almacenamiento y disposición final de estos, es crucial para garantizar la seguridad tanto de los pacientes como del personal del consultorio, así como para proteger el medio ambiente. Lamentablemente, en la gran mayoría de los casos no es del todo eficiente.

4.1.1. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La clasificación de residuos sólidos generados en un consultorio dental es necesaria para garantizar un manejo adecuado y seguro de estos materiales. Para determinar cómo se encuentra este indicador dentro del manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales, se analizaron los siguientes resultados:

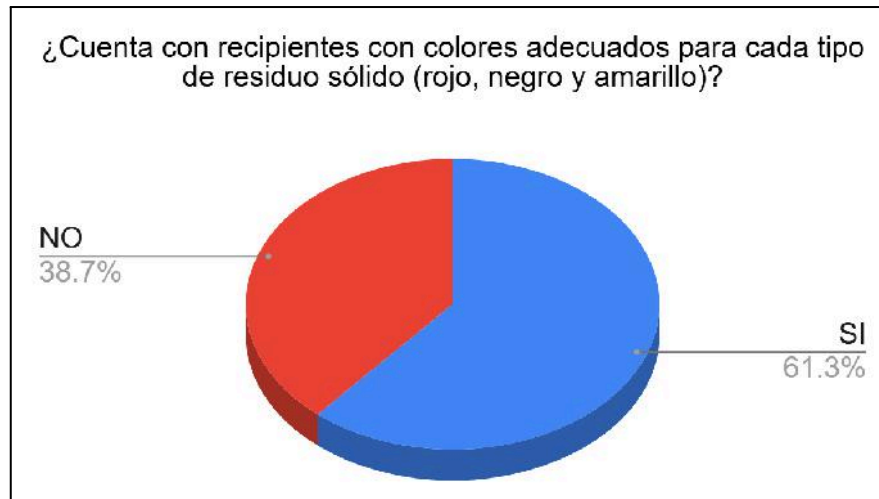


Figura 07: Resultado del indicador “Clasificación de residuos sólidos”, ítem 1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 07, se observa que, ante la pregunta ¿Cuenta con recipientes con colores adecuados para cada tipo de residuo sólido (rojo, negro y amarillo)?, el 61.3% de los consultorios encuestados confirmó tener recipientes con los colores adecuados para el correcto manejo de los residuos sólidos, mientras que el 38.7% restante los tenía con colores distintos o sin clasificar.

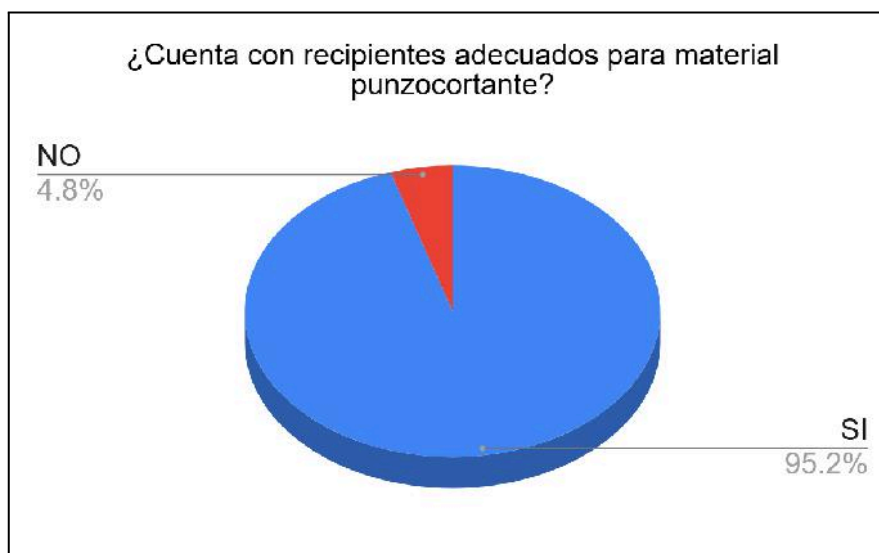


Figura 08: Resultado del indicador “clasificación de residuos sólidos”, ítem 2

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 08, se observa que, ante la pregunta ¿Cuenta con recipientes adecuados para material punzocortante?, el 95.2% de los consultorios encuestados confirmó tener

recipientes adecuados para el correcto manejo del material punzocortante, mientras que el 4.8% restante no los deposita en un recipiente adecuado.

4.1.2. ÁREAS Y DEPÓSITOS

El correcto manejo de las áreas y depósitos para los residuos sólidos generados en los consultorios dentales es fundamental para asegurar la seguridad e higiene del entorno.

Dentro de este indicador los resultados fueron:

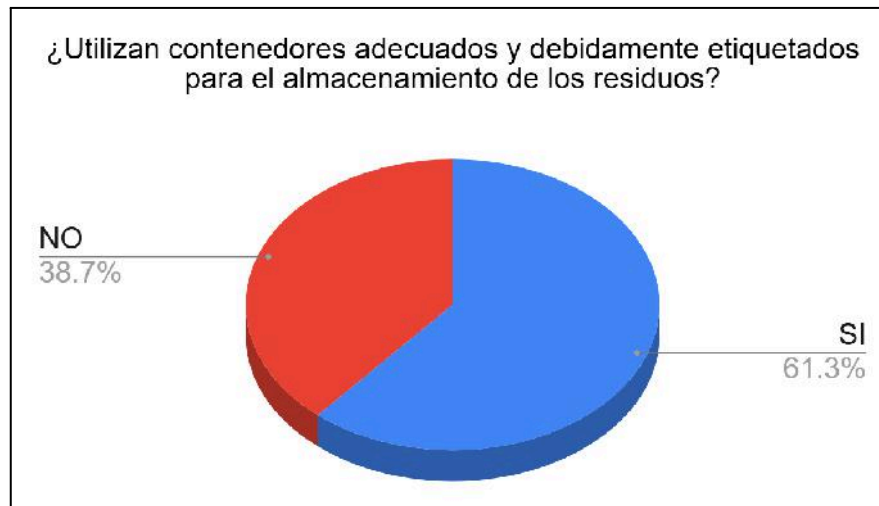


Figura 09: Resultado del indicador “Áreas y depósitos”, ítem 1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 09, se observa que, ante la pregunta ¿Utilizan contenedores adecuados y debidamente etiquetados para el almacenamiento de los residuos?, el 61.3% de los consultorios encuestados confirmó contar con señalizaciones adecuadas para el correcto manejo de los residuos sólidos generados, mientras que el 38.7% restante no contaba con ellos.



Figura 10: Resultado del indicador “Áreas y depósitos”, ítem 1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10, se observa que, ante la pregunta ¿Existen áreas especiales destinadas para el almacenamiento de los residuos?, el 69.4% de los consultorios encuestados confirmó contar con áreas específicamente destinadas para el correcto almacenamiento de los residuos sólidos generados, mientras que el 30.6% restante no contaba con ellos.

4.1.3. RECOLECCIÓN INTERNA

Para la recolección interna de residuos sólidos, los depósitos deben tener el tamaño adecuado para asegurar una gestión eficiente y evitar cualquier riesgo de contaminación.

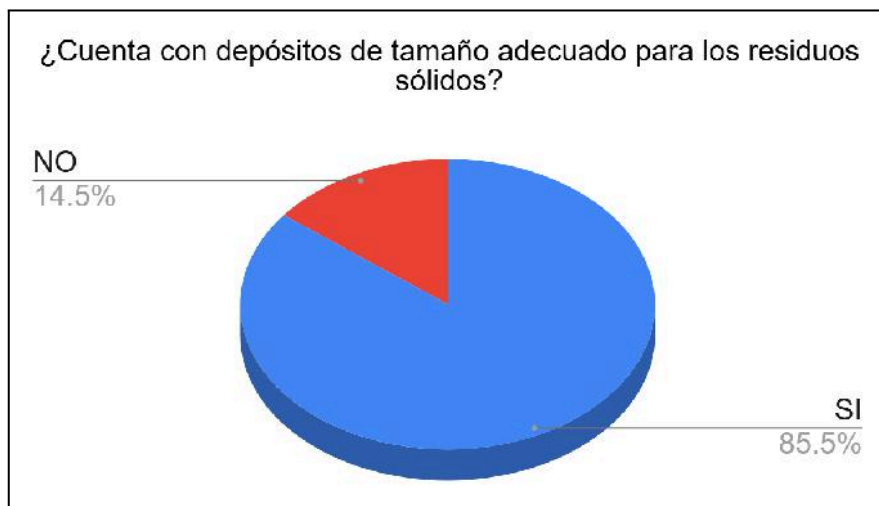


Figura 11: Resultado del indicador “Recolección interna”

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11, se observa que, ante la pregunta ¿Cuenta con depósitos de tamaño adecuado para los residuos sólidos?, el 85.5% de los consultorios encuestados confirmó contar con recipientes de los tamaños adecuados para el correcto almacenamiento de los residuos sólidos generados, mientras que el 14.5% restante no los tenía como corresponde.

4.1.4. CUIDADO DEL PERSONAL

El cuidado del personal incluye el uso de Equipos de Protección Personal (EPP) como guantes, mascarillas y gafas para prevenir la exposición a riesgos biológicos y químicos. Además, se debe enfatizar la higiene y desinfección de manos y superficies, junto con la formación continua en protocolos de seguridad mediante charlas y capacitaciones. Dentro de este indicador los resultados obtenidos fueron:

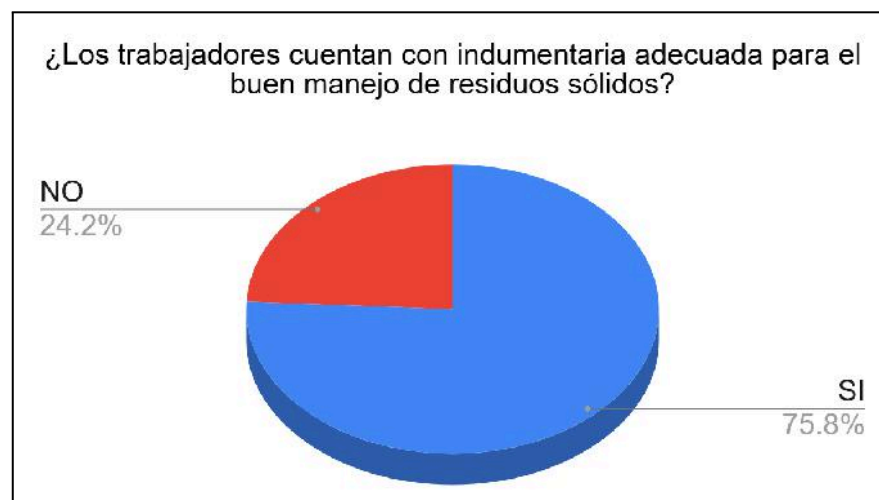


Figura 12: Resultado del indicador “Cuidado del personal”, ítem 1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12, se observa que, ante la pregunta ¿Los trabajadores cuentan con indumentaria adecuada para el buen manejo de residuos sólidos?, el 75.8% de los consultorios encuestados indicó que cuentan con toda la indumentaria necesaria para el adecuado manipuleo de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales , mientras que el 24.2% restante no tenía lo necesario.

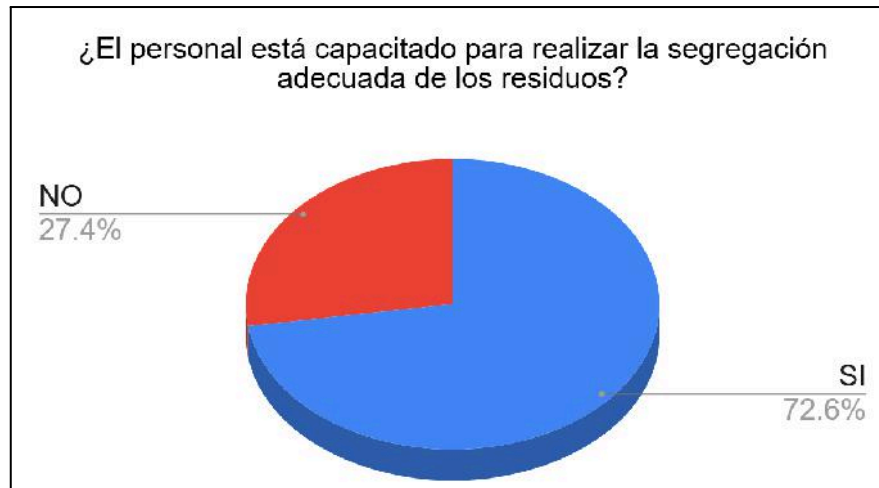


Figura 13: Resultado del indicador “Cuidado personal”, ítem 2

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13, se observa que, ante la pregunta ¿El personal está capacitado para realizar la segregación adecuada de los residuos?, el 72.6% de los consultorios encuestados indicó que están capacitados para la correcta segregación de los residuos sólidos generados, mientras que el 27.4% restante indica que no lo está.

4.1.5. DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales es un proceso crítico que asegura la eliminación segura y ambientalmente adecuada de estos residuos. Para este indicador, se tuvo como resultado:

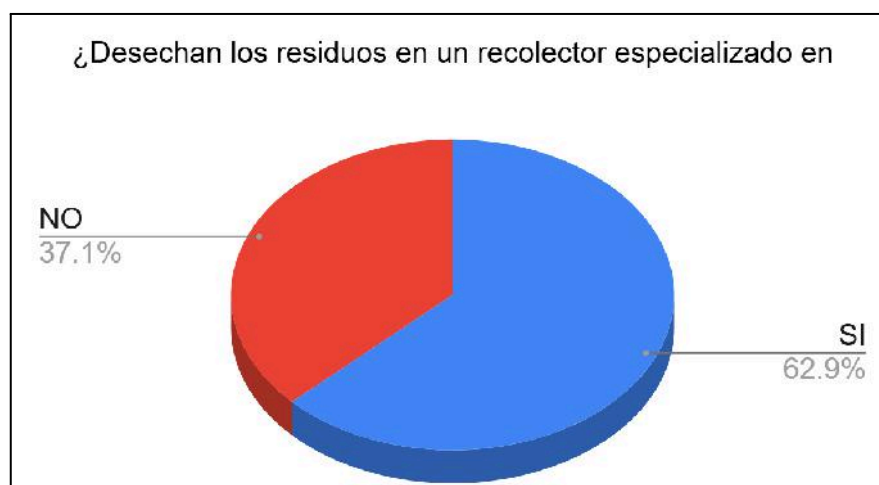


Figura 14: Resultado del indicador “Disposición final”

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 14, se observa que, ante la pregunta ¿Desechan los residuos sólidos en un recolector especializado?, el 62.9% de los consultorios encuestados indicó que desechan los residuos sólidos generados en un recolector especializado, mientras que el 37.1% restante indica que no lo está.

4.2. RESULTADOS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CONSULTORIOS DENTALES DE LA CIUDAD DE PUNO

El manejo adecuado de residuos sólidos en los consultorios dentales es esencial para proteger la salud pública y el medio ambiente. En la ciudad de Puno, esta práctica es crucial debido a la necesidad de mantener estándares elevados de higiene y seguridad en los servicios de salud.

Los residuos generados en los consultorios dentales pueden clasificarse en tres categorías, residuos comunes, biocontaminados y especiales, y la correcta segregación, almacenamiento y disposición final de estos residuos, son fundamentales para prevenir riesgos de infección y contaminación ambiental.

Tabla 02: Composición de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno

COMUNES	BIOCONTAMINADOS	ESPECIALES
36.3%	44.2%	19.5%

En la tabla 02 se observa el resultado de la clasificación de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno, teniendo como mayor valor el de los residuos biocontaminados, y teniendo un valor menor el de los especiales.

Tabla 03: Valoración del nivel de manejo de residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno.

VALORACIÓN	PUNTUACIÓN	PORCENTAJES
Deficiente	0-8 puntos	16.13%
Poco eficiente	9-18 puntos	40.32%
Eficiente	19-22 puntos	43.55%

En la tabla 03 se pueden observar los resultados obtenidos luego de haber realizado esta investigación, con los puntos establecidos para cada ítem y luego del procesamiento de datos. Se obtuvieron unos resultados que revelan que el 16.13% de los consultorios tienen prácticas deficientes de manejo de residuos, mientras que el 40.32% son poco eficientes y el 43.55% presentan prácticas eficientes.

4.3. UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LOS CONSULTORIOS DENTALES DE LA CIUDAD DE PUNO

La correcta ubicación de un relleno sanitario es un paso fundamental en la gestión de residuos sólidos, sobre todo en el contexto de los residuos generados por los consultorios dentales de la ciudad de Puno. Esta tarea requiere una evaluación de diversos factores ambientales, sociales y técnicos para asegurar que la elección del sitio minimice impactos negativos y maximice beneficios, tanto para la comunidad como para el entorno natural. En el presente estudio, se utilizó un enfoque basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS) y análisis booleano para identificar las áreas más adecuadas para la disposición final de estos residuos.

Para la determinación del lugar adecuado para el relleno sanitario, se utilizó la “Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales”, para ello, se toma en cuenta lo establecido en el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, en particular, el artículo 109 de dicho reglamento que especifica los requisitos para la selección de áreas para esta infraestructura, señalando que la responsabilidad de identificar los espacios geográficos adecuados dentro de su

jurisdicción recae en las municipalidades provinciales, en coordinación con las distritales, para implementar las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.

4.3.1. RESTRICCIONES Y EXCLUSIONES

Para esta fase, se determinaron las variables temáticas a partir de la información cartográfica disponible y los requisitos y condiciones especificadas en la normativa actual. Estas variables se utilizaron para establecer las restricciones y exclusiones, que se detallan a continuación:

4.3.1.1. Restricciones

Tabla 04: Restricciones para la ubicación de un relleno sanitario

Centros poblados	≥ 500 m
Aeródromos*	4km ≥ RS ≥ 13 km
Fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)	≥ 500 m
Granjas porcinas y avícolas*	entre 5 y 10 km
Áreas agrícolas	≥ 500 m
Fallas geológicas	≥ 1 km
Pendientes	<25 %
Infraestructuras existentes (embalses, represas, obras hidroeléctricas, etc.)*	≥ 500 m

Nota: * No se consideraron por no encontrarse en el área de estudio

4.3.1.2. Exclusiones

Para la determinación de los potenciales lugares de ubicación del relleno sanitario, se tienen exclusiones en la Guía. Para el presente estudio no se consideraron, ya que no se encontraron dentro del área de estudio, las cuales son: Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa, Áreas Naturales Protegidas, Zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos, Faja Marginal, Franja marino-costera, Patrimonio cultural, Concesiones mineras, petroleras (en explotación), Concesiones forestales y Comunidades campesinas y nativas.

4.3.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La recopilación de información se llevó a cabo mediante la obtención de datos geoespaciales y ambientales necesarios para la evaluación de la ubicación adecuada de un relleno sanitario. Se identificaron fuentes confiables de datos geoespaciales, tales como el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), de la Infraestructura Nacional de Información Geoespacial Fundamental del Perú (IDEP), el Ministerio del Ambiente (MINAM), etc. Los datos geográficos se recolectaron en formato digital Shapefile (shp) y ráster, abarcando variables como fallas geológicas, datos hidrográficos, límites administrativos, áreas naturales protegidas, centros poblados, vías de acceso y tipo de suelo. Estos datos se transformaron y procesaron utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en QGIS v3.34.11. Esto incluyó la conversión de formatos, la limpieza de datos y la integración de diversas capas de información para su análisis. Finalmente, se realizó el análisis espacial de las variables recopiladas para identificar las áreas más adecuadas para la implementación del relleno sanitario, considerando las restricciones y exclusiones establecidas en la normativa vigente.

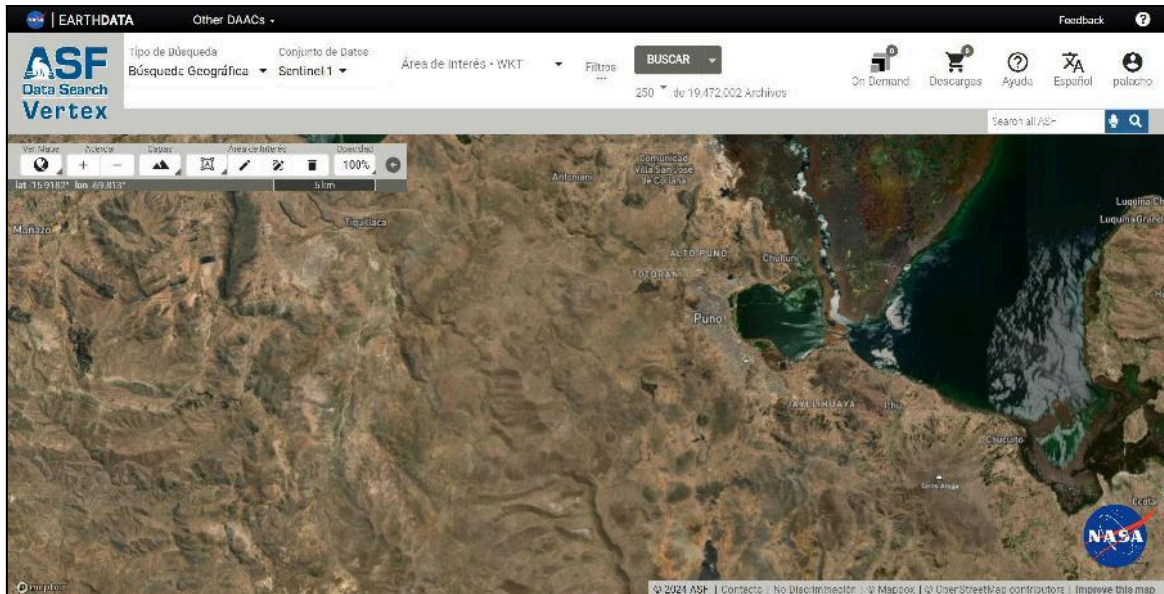


Figura 15: Descarga del modelo digital de elevación DEM

Fuente: (NASA, 2025) <https://search.asf.alaska.edu/#/>

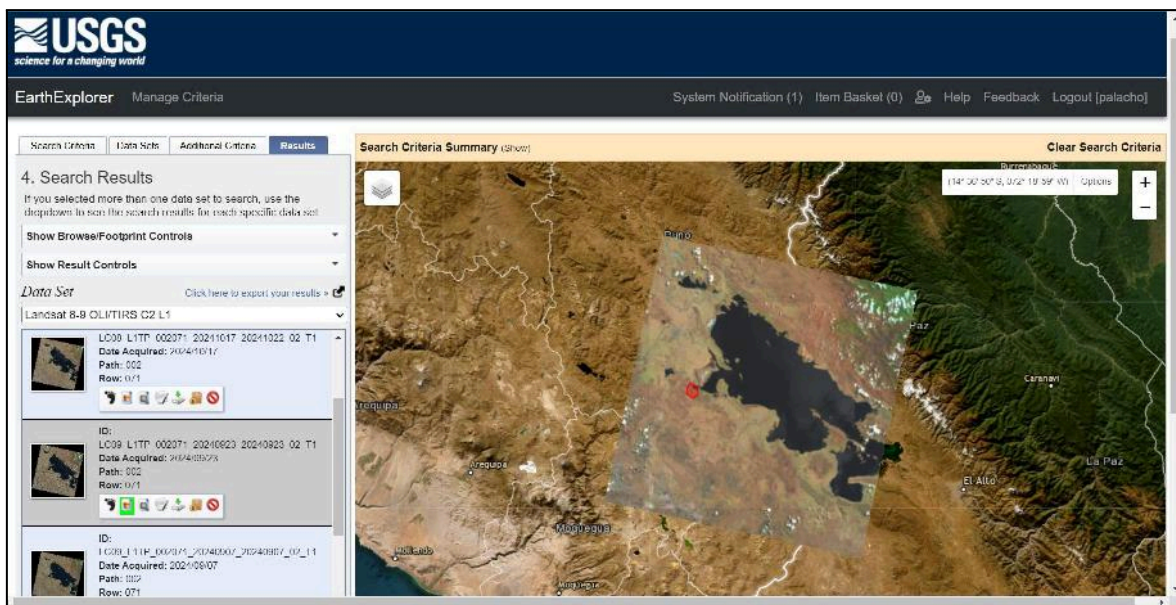


Figura 16: Descarga de imagen satelital Landsat 8, del portal del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)

Fuente: (Servicio Geológico de los Estados Unidos, 2025) <https://earthexplorer.usgs.gov/>

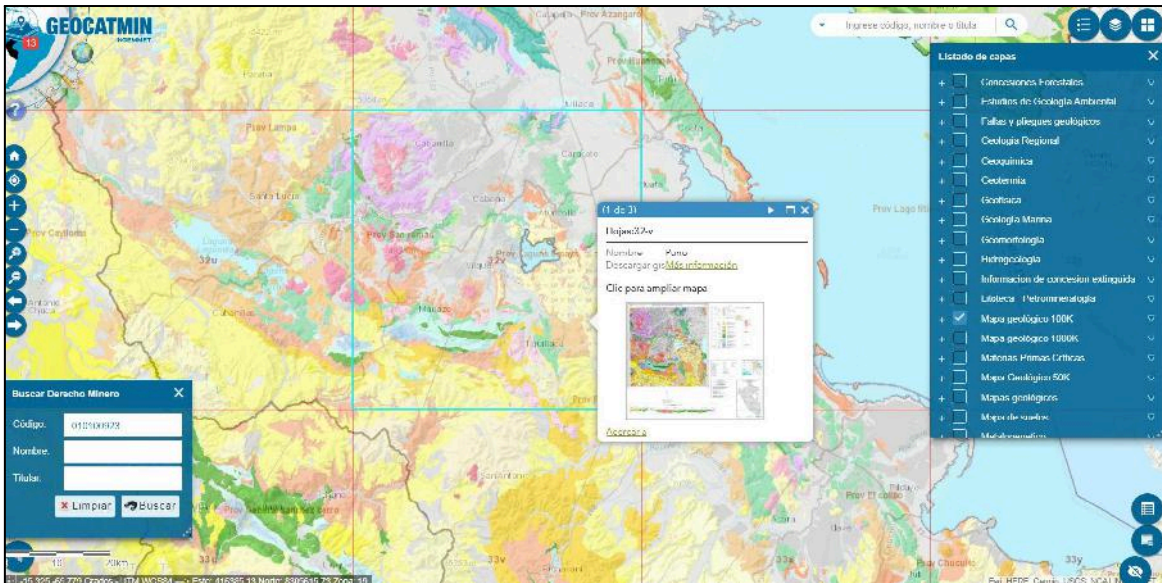


Figura 17: Descarga de fallas geológicas, geología del suelo y ríos

Fuente: (INGEMMET, 2025) <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/>

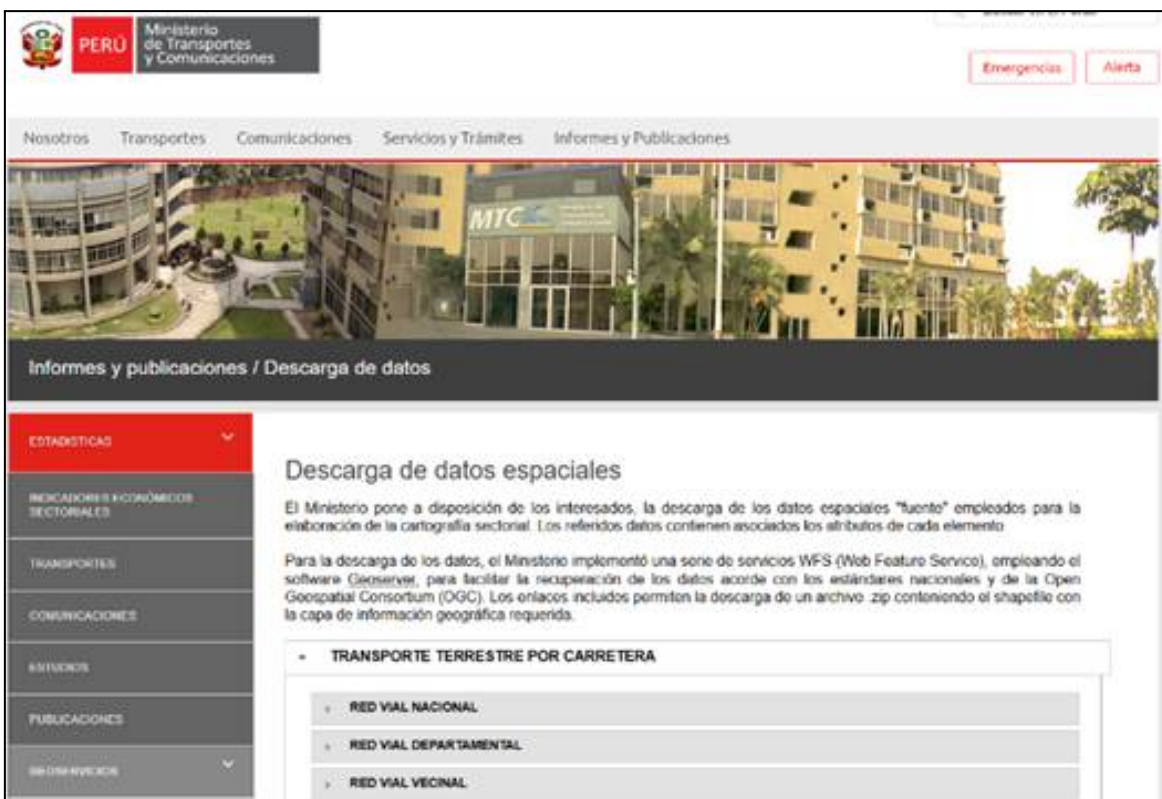


Figura 18: Descarga de redes viales Nacionales, Departamentales y vecinales

Fuente: (MTC, 2025) <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>



Figura 19: Descarga de Límites Departamentales, Provinciales y Distritales

Fuente: (Instituto Geográfico Nacional, 2025) <https://www.idep.gob.pe/#descargas>



Figura 20: Descarga de Centros poblados

Fuente: (MINEDU, 2025) <https://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>

4.3.3. PROCESAMIENTO DE MAPAS

En esta etapa se llevará a cabo la integración de los mapas temáticos, a través del análisis y la sistematización de los criterios. Se asignará una ponderación binaria (1, 0) a cada variable, donde "1" representará las condiciones adecuadas para ubicar los rellenos sanitarios y "0" indicará las condiciones no adecuadas, que serán descartadas. Además,

los mapas temáticos obtenidos serán evaluados mediante un análisis multicriterio. Finalmente, se combinarán ambas dimensiones para identificar las zonas potenciales para la localización de rellenos sanitarios en el distrito de Puno.

4.3.4. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

Un Modelo Digital de Elevación (DEM) es una representación digital del relieve de una superficie terrestre o subacuática, proporciona una descripción precisa de las alturas del terreno, pueden provenir de diversas fuentes, como levantamientos topográficos, imágenes satelitales, y tecnología LIDAR (Detección y Rango por Luz), ayuda a determinar las pendientes del terreno y permite identificar áreas propensas a deslizamientos o inundaciones.

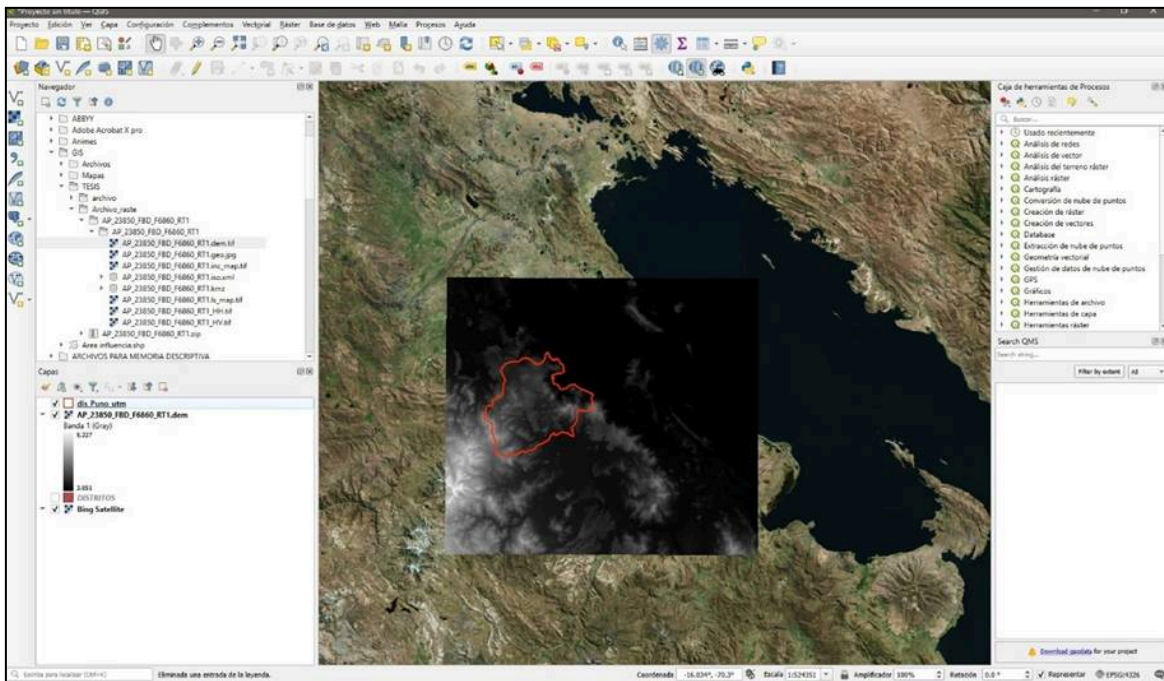


Figura 21: Modelo digital de elevación (DEM) del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

MAPAS DE RESTRICCIONES

4.3.5. PENDIENTE

El criterio establece que el relleno sanitario debe ubicarse en áreas con pendientes menores al 25%, por lo que en el presente trabajo de investigación se trabajó con pendientes menores a esa cantidad. Esto se determinó mediante la elaboración de un

mapa utilizando el software QGIS v3.34.11, mediante un modelo digital de elevación DEM, en grados.

Se importó el DEM al software QGIS, luego se proyectó el sistema de coordenadas para que estuviera en el sistema UTM 19S, utilizando la herramienta Raster>>Combar(Reproyectar). Una vez reproyectado, se calculó la pendiente con la herramienta Raster>>Análisis>>Pendiente, y se seleccionó la pestaña de “Pendiente expresada en porcentaje en vez de grados”, Posteriormente se seleccionaron las pendientes menores a 25% utilizando la herramienta Raster>>Calculadora Raster. Con la expresión “<= 25”

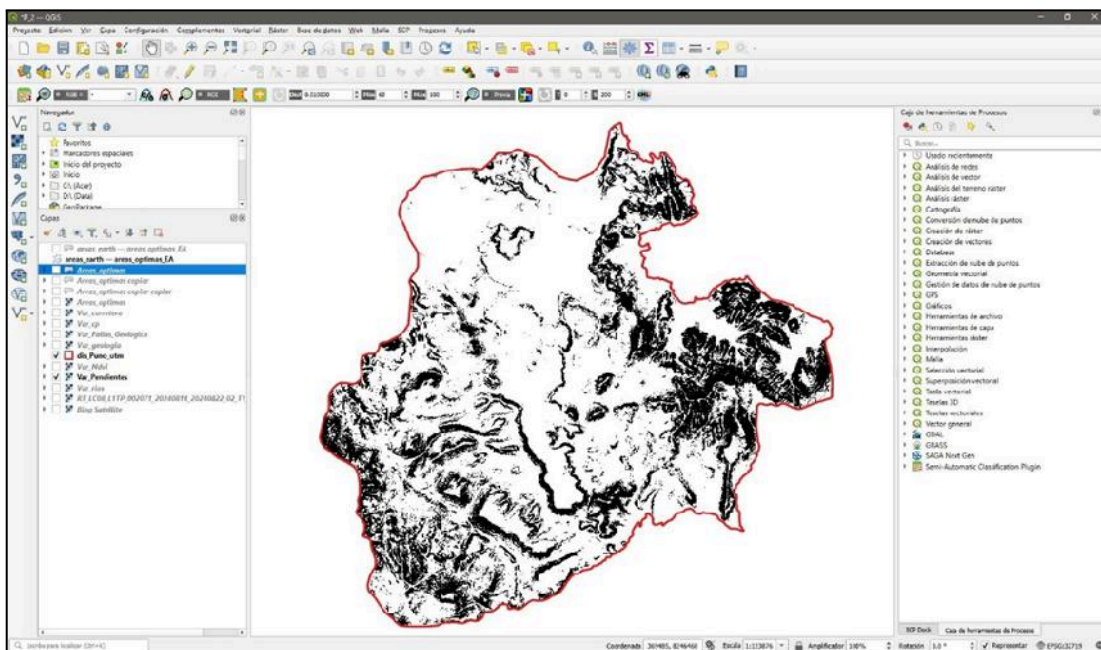


Figura 22: Mapa procesado con las pendientes del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Nota: El color blanco representa la ponderación “1”, zonas aptas para la ubicación de rellenos sanitario y el color negro representa la ponderación “0”, zonas no aptas para la ubicación de rellenos sanitarios.

La Guía establece que los rellenos sanitarios pueden diseñarse en cualquier tipo de topografía. Sin embargo, se recomienda maximizar el área disponible; por lo tanto, se

asignó un valor de "1" (color blanco) a las pendientes que oscilan entre 0% y 25%, ya que esto contribuye a reducir los costos de instalación, mantenimiento y cierre posterior de la operación. La información detallada se encuentra en la figura 21.

Tabla 05: Ponderación binaria - Pendiente

Rango (%)	Descripción	Ponderación
0 – 25	Nula o Moderadamente empinada	1
> 25	Moderadamente a extremadamente empinada	0

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según la pendiente

4.3.6. GEOLOGÍA

Debido a la necesidad de que el sustrato de la instalación sea impermeable, para evitar la contaminación de los acuíferos subterráneos, y con el fin de reducir los costos de impermeabilización, se establece como criterio que el relleno no debe ubicarse en sustratos permeables, tales como aquellos que contienen arena en su composición. Para determinar la geología del distrito de Puno, se generó un mapa utilizando la base de datos geológicos disponibles. Finalmente, se asignó una ponderación de "0" (color negro) a los suelos arenosos, como se muestra en figura 22.

Se importó la información geoespacial de la geología del distrito de Puno, en formato Shapefile. Luego se re proyecta al sistema UTM 19S, utilizando la herramienta Vectorial>>Herramientas de gestión de datos>>Reproyectar capa. Una vez reproyectado se eliminaron las áreas que contenían suelos arenosos o que tuvieran arena en su composición. Una vez seleccionada la información vectorial, se procedió a rasterizar con la herramienta Ráster>>Conversión>>Rasterizar (Vectorial a Ráster)

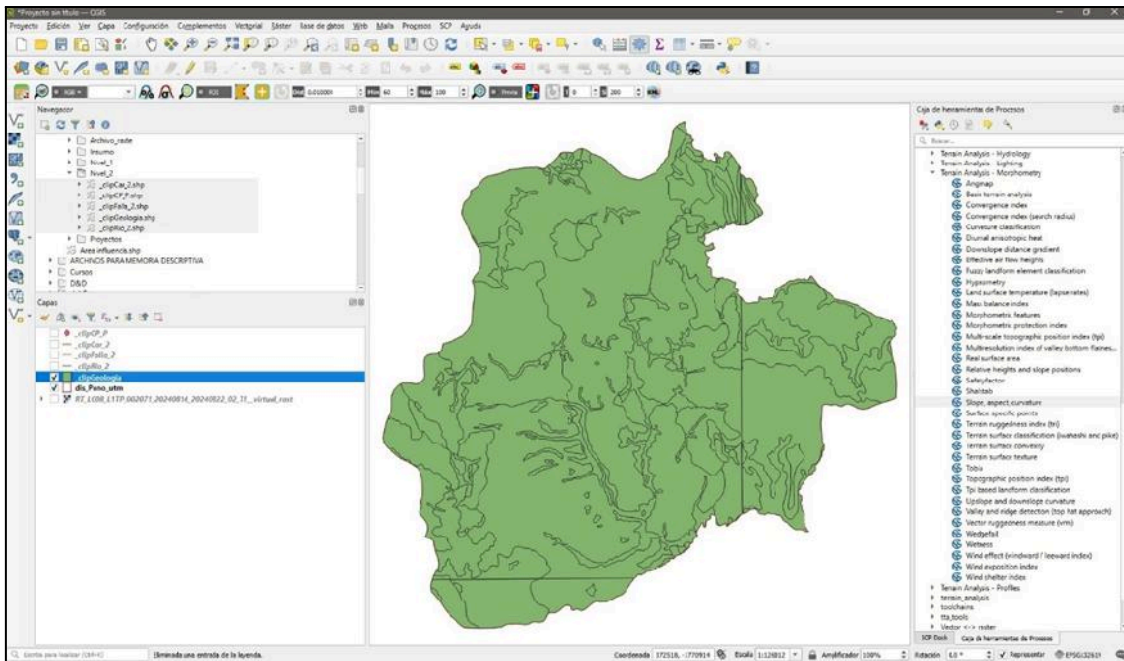


Figura 23: Mapa geológico del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

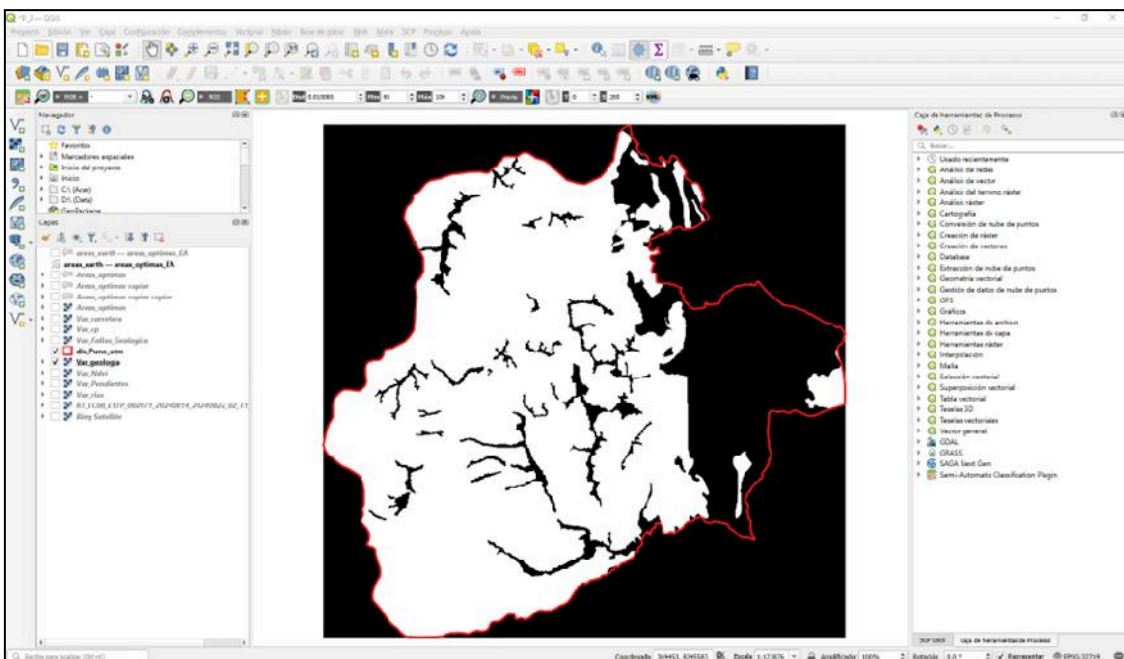


Figura 24: Mapa geológico procesado del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Nota: En el mapa, el color blanco indica la ponderación "1", correspondiente a las zonas aptas para la ubicación de rellenos sanitarios, mientras que el color negro representa la ponderación "0", señalando las zonas no aptas para dicha ubicación.

Tabla 06: Ponderación binaria - Tipo de suelo

Suelos	Ponderación
Arenosos	0
No arenosos	1

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según los tipos de suelos

4.3.7. DISTANCIA A REDES VIALES

Con el objetivo de reducir los costos de transporte y mantenimiento, se sugiere ubicar el relleno sanitario cercano a una carretera, pero evitando una excesiva cercanía para minimizar la visibilidad directa entre ambos. El criterio propuesto establece que la distancia a una carretera debe ser inferior a 500 metros. Para definir este criterio de distancia, se identificaron las vías de acceso disponibles en el distrito, utilizando mapas de redes viales nacionales, departamentales y vecinales.

Se importó la información geoespacial de la red vial del distrito de Puno, en formato Shapefile. Luego se reproyectó al sistema UTM 19S, utilizando la herramienta Vectorial>>Herramientas de gestión de datos>>Reproyectar capa. Una vez reproyectado se rasteriza la información con la herramienta Ráster>>Conversión>>Rasterizar (Vectorial a Ráster), luego en “un valor fijo para marcar” se colocó el valor de “1”, y en las resoluciones, se trabajó con el valor de 12.5. Posteriormente, se determinaron las distancias con la herramienta Ráster>>Análisis>>Proximidad (distancia ráster), en la casilla “Unidades de distancia” se colocaron “coordenadas georreferenciadas” (m). Finalmente se utiliza la herramienta Ráster>>Calculadora Ráster, donde se colocaron en la casilla de “Expresión de la calculadora ráster” la capa ráster de la red vial y la operación “<= 500”.

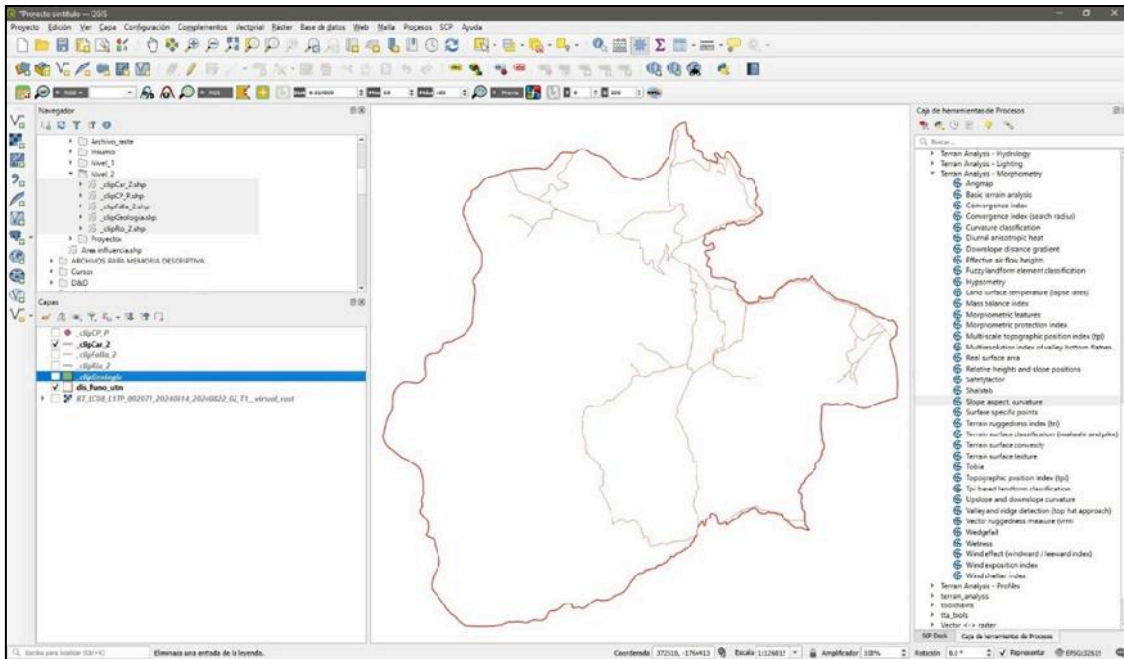


Figura 25: Red vial del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

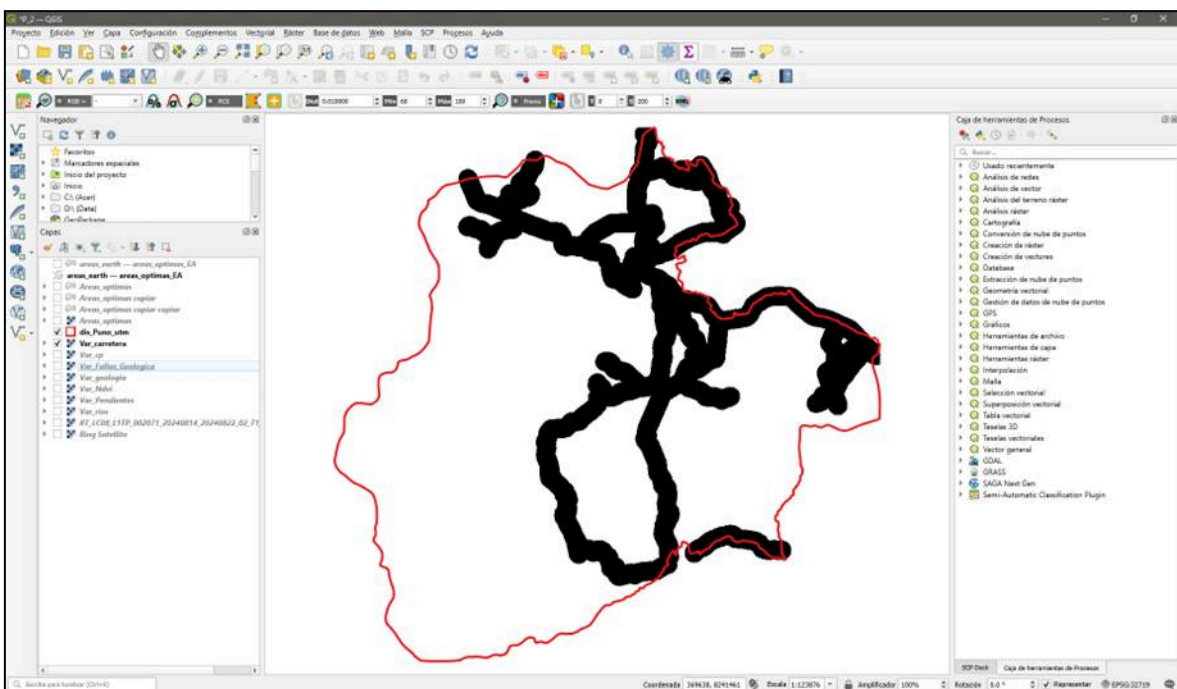


Figura 26: Mapa procesado de la red vial del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Nota: En el mapa, el color blanco indica la ponderación "0", correspondiente a las zonas no aptas para la ubicación de rellenos sanitarios, mientras que el color negro representa la ponderación "1", señalando las zonas aptas, tal como se muestra en la figura 25.

Tabla 07: Ponderación binaria - Red vial

Indicadores	Criterio	Ponderación
Vías de acceso	< 500 metros	1
Zonas no aptas	> 500 metros	0

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según la red vial

4.3.8. HIDROLOGÍA

La instalación debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros de cualquier cuerpo de agua superficial. Para procesar esta variable geográficamente, se utilizó un archivo shapefile de hidrología correspondiente al distrito de Puno.

La Guía establece que la distancia a fuentes de agua, como cauces de ríos, lagos y lagunas, debe ser superior a 500 metros. Es crucial que el sitio elegido para el relleno sanitario esté alejado de corrientes superficiales y cuerpos de agua receptores para evitar contaminaciones por escurrimientos o lixiviados, entre otros. Se asignó la ponderación "0" (negro) a las áreas excluyentes para la ubicación de rellenos sanitarios, como se muestra en la figura 27.

Se importó la información geoespacial de los ríos del distrito de Puno, en formato Shapefile. Luego se reproyectó al sistema UTM 19S, utilizando la herramienta Vectorial>>Herramientas de gestión de datos>>Reproyectar capa. Una vez reproyectado se rasteriza la información con la herramienta Ráster>>Conversión>>Rasterizar (Vectorial a Ráster), luego en "un valor fijo para marcar" se colocó el valor de "1", y en las resoluciones, se trabajó con el valor de 12.5. Posteriormente, se determinaron las distancias con la herramienta Ráster>>Análisis>>Proximidad (distancia ráster), en la casilla "Unidades de distancia" se colocaron "coordenadas georreferenciadas" (m). Finalmente se utiliza la herramienta Ráster>>Calculadora Ráster, donde se colocaron en la casilla de "Expresión de la calculadora ráster" la capa ráster de los ríos y la operación ">= 1000".

Tabla 08: Ponderación binaria - Ríos

Indicadores	Criterio	Ponderación
Ríos	< 500 metros	0
Zonas aptas	> 500 metros	1

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según los ríos

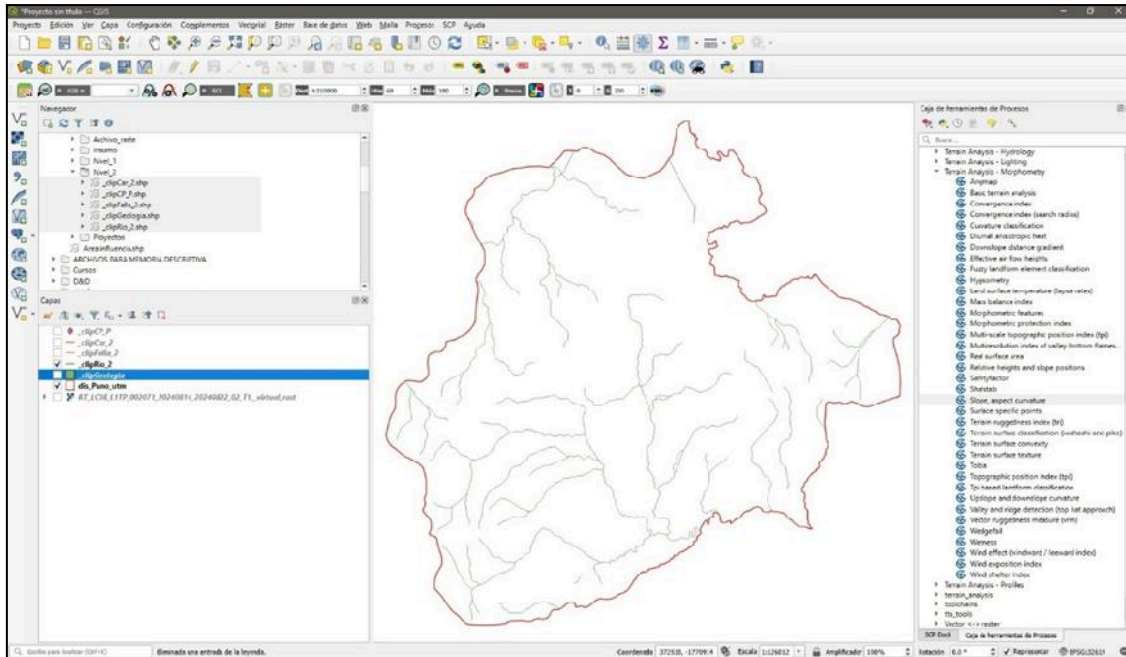


Figura 27: Ríos del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

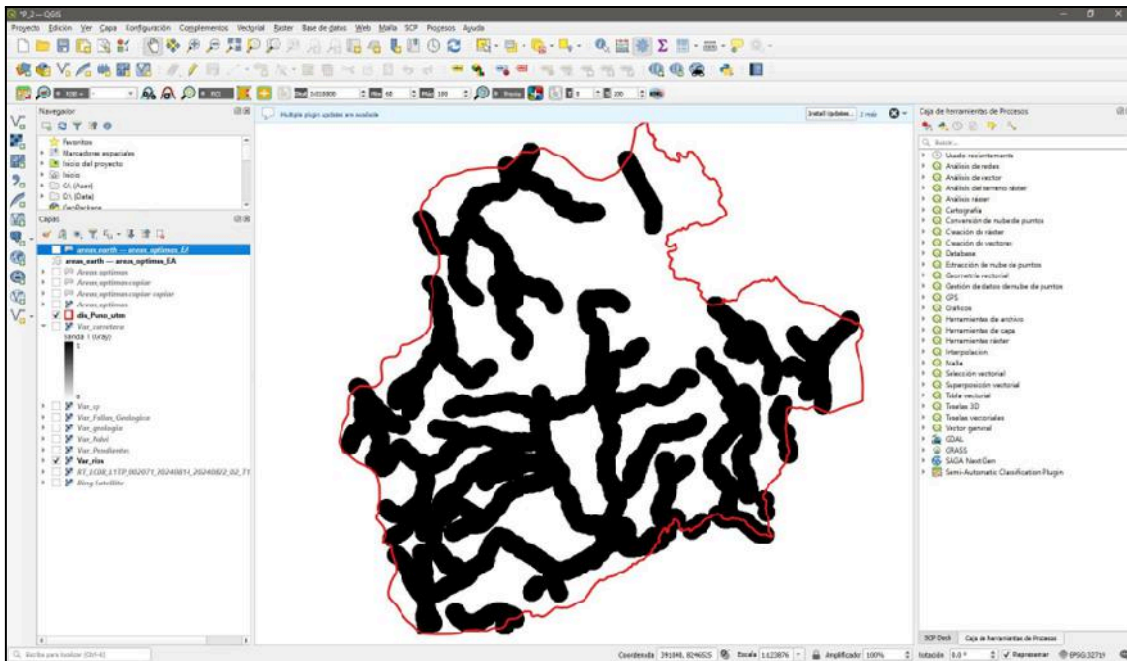


Figura 28: Mapa procesado con las fuentes de agua superficial del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la figura, el color blanco indica la ponderación "1", correspondiente a las zonas aptas para la ubicación de rellenos sanitarios, mientras que el color negro representa la ponderación "0", señalando las zonas no aptas para dicha ubicación.

4.3.9. COBERTURA VEGETAL

Al considerar la vegetación, el relleno sanitario debe ubicarse en tierras con vegetación arbustiva y vegetación escasa, ya que son las más adecuadas. En la evaluación de este criterio, el relleno sanitario se sitúa en áreas con estas características. Para esto, se creó un mapa del distrito utilizando la imagen NDVI, que se obtuvo mediante una imagen satelital de LandSat 8.

Se importó la imagen satelital del satélite Landsat 8, seleccionando las bandas Red=4 y NIR=5, luego se utilizó la herramienta Raster>>Calculadora ráster y se utilizó la expresión $(NIR - Red) / (NIR + Red)$, dado que la cobertura vegetal utiliza la fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Donde:

NDVI = Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada

NIR = la imagen satelital Landsat 8, banda 5

Red = la imagen satelital Landsat 8, banda 4

Se utilizan esas bandas, porque reflejan mejor la vegetación.

Una vez determinado el NDVI, se procedió a cortar de acuerdo al área de estudio (distrito de Puno), con la herramienta Ráster>>Extracción>>Cortar ráster por capa de máscara, luego se volvió a reproyectar utilizando la herramienta Raster>>Proyecciones>>Combar(Reproyectar). Finalmente se extrajo la cobertura vegetal con la herramienta Reclasificar por tabla, de la caja de herramientas de procesos.

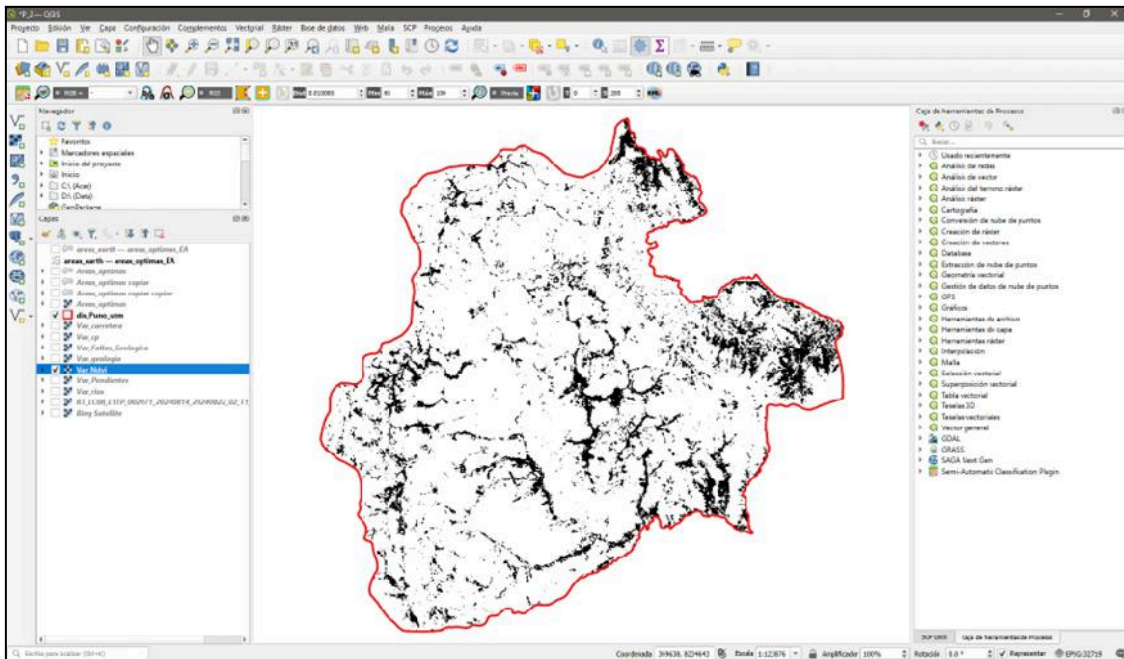


Figura 29: Mapa procesado con la cobertura vegetal del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Nota: En el mapa, el color blanco indica la ponderación "1", lo que corresponde a las zonas aptas para la ubicación de rellenos sanitarios, mientras que el color negro representa la ponderación "0", señalando las zonas no aptas para dicha ubicación.

Para el criterio de cobertura vegetal, se asignó un valor de "1" (color blanco) a las áreas con material de poca vegetación o áreas sin vegetación, estas coberturas son abundantes en la región y no son especies de gran importancia, lo que implica que su uso no perjudica significativamente a ninguna especie animal o vegetal. La información detallada se presenta en la figura 28.

Tabla 09: Ponderación binaria - Cobertura vegetal

Tipo de Cobertura	Ponderación
Áreas con poca o sin vegetación	1
Áreas con mayor vegetación	0

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según cobertura vegetal

4.3.10. DISTANCIA A CENTROS POBLADOS

Con el fin de evitar riesgos a la salud, el relleno de residuos sólidos debe situarse a una distancia mínima de 1000 metros de zonas pobladas. Para el geoprocésamiento de estas variables, se utilizó el shapefile correspondiente al parámetro de evaluación (centros poblados) del distrito de Puno.

Se importó la información geoespacial de los centros poblados del distrito de Puno, en formato Shapefile. Luego se reprojectó al sistema UTM 19S, utilizando la herramienta Vectorial>>Herramientas de gestión de datos>>Reprojectar capa. Una vez reprojectado se rasteriza la información con la herramienta Ráster>>Conversión>>Rasterizar (Vectorial a Ráster), luego en "un valor fijo para marcar" se colocó el valor de "1", y en las resoluciones, se trabajó con el valor de 12.5. Posteriormente, se determinaron las distancias con la herramienta Ráster>>Análisis>>Proximidad (distancia ráster), en la casilla "Unidades de distancia" se coloca "coordenadas georreferenciadas" (m). Finalmente se utiliza la herramienta Ráster>>Calculadora Ráster, donde se colocaron en la casilla de "Expresión de la calculadora ráster" la capa ráster de los centros poblados y la operación ">= 1000".

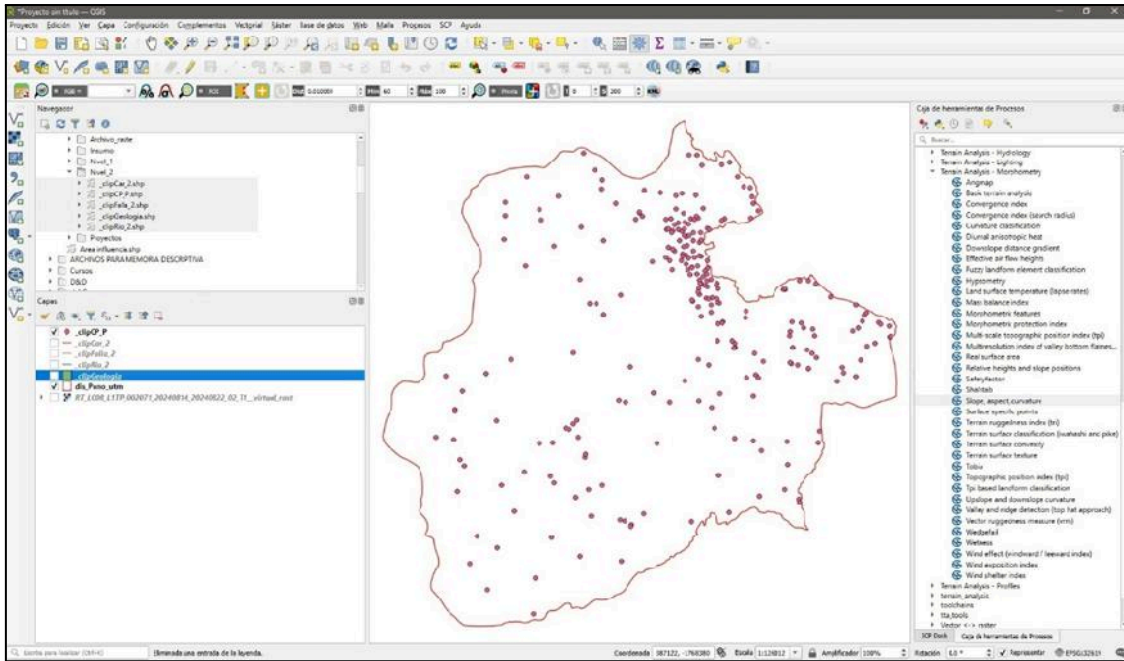


Figura 30: Mapa de los centros poblados del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

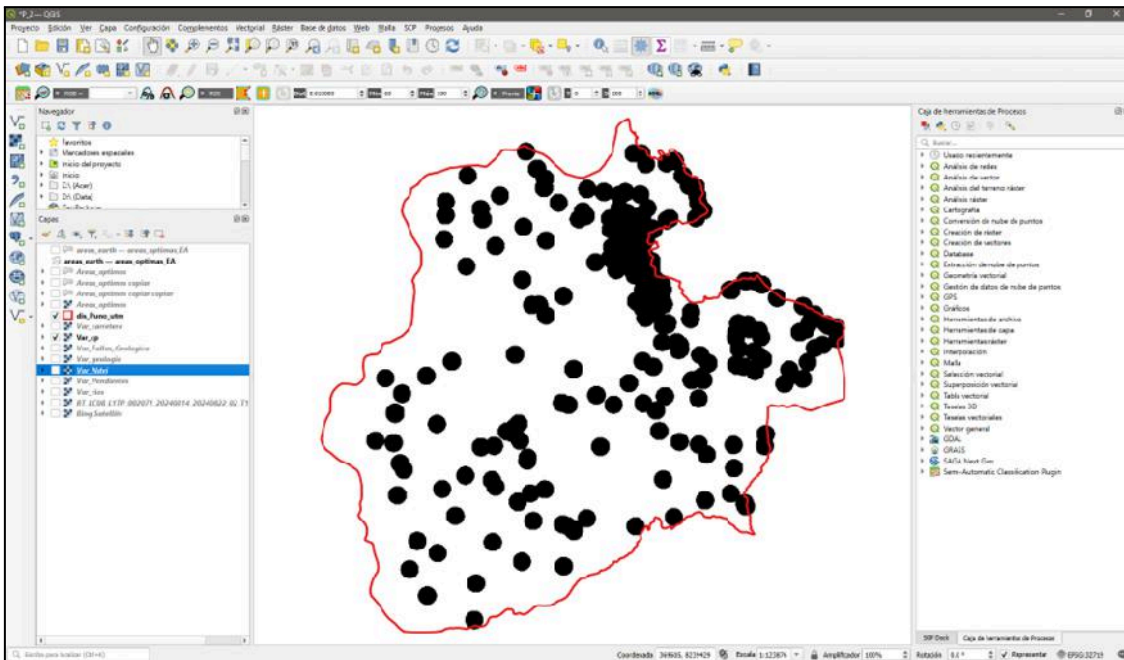


Figura 31: Mapa procesado con los centros poblados del distrito, con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Nota: El color blanco representa la ponderación “1”, zonas aptas para la ubicación de rellenos sanitario y el color negro representa la ponderación “0”, zonas no aptas para la ubicación de rellenos sanitarios.

Según la “Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales” la ubicación de los rellenos sanitarios debe ser a una distancia mayor a 500 metros de los centros poblados y las zonas urbanas. Se consideró la ponderación “0” porque son áreas excluyentes para la ubicación de los rellenos sanitarios, como se puede observar en la figura 30.

Tabla 10: Ponderación binaria - Centros poblados

Indicadores	Criterio	Ponderación
Centros poblados y zonas urbanas	< 500 metros	0
Zonas patas	> 500 metros	1

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según los centros poblados

4.3.11. FALLAS GEOLÓGICAS

Para esto, se excluirán las zonas con fallas geológicas, por lo que el relleno de residuos sólidos debe ubicarse a una distancia no menor a 1000 metros de cualquier falla geológica. Para el geoprocetamiento de esta variable, se utilizó el shapefile de las fallas geológicas del INGEMMET.

Se importó la información geoespacial de las fallas geológicas del distrito de Puno, en formato Shapefile. Luego se reproyectó al sistema UTM 19S, utilizando la herramienta Vectorial>>Herramientas de gestión de datos>>Reproyectar capa. Una vez reproyectado se rasteriza la información con la herramienta Ráster>>Conversión>>Rasterizar (Vectorial a Ráster), luego en “un valor fijo para marcar” se colocó el valor de “1”, y en las resoluciones, se trabajó con el valor de 12.5. Posteriormente, se determinaron las distancias con la herramienta Ráster>>Análisis>>Proximidad (distancia ráster), en la casilla “Unidades de distancia” se coloca “coordenadas georreferenciadas” (m). Finalmente se utiliza la herramienta Ráster>>Calculadora Ráster, donde se colocaron en

la casilla de “Expresión de la calculadora ráster” la capa ráster de las fallas geológicas y la operación “ ≥ 1000 ”.

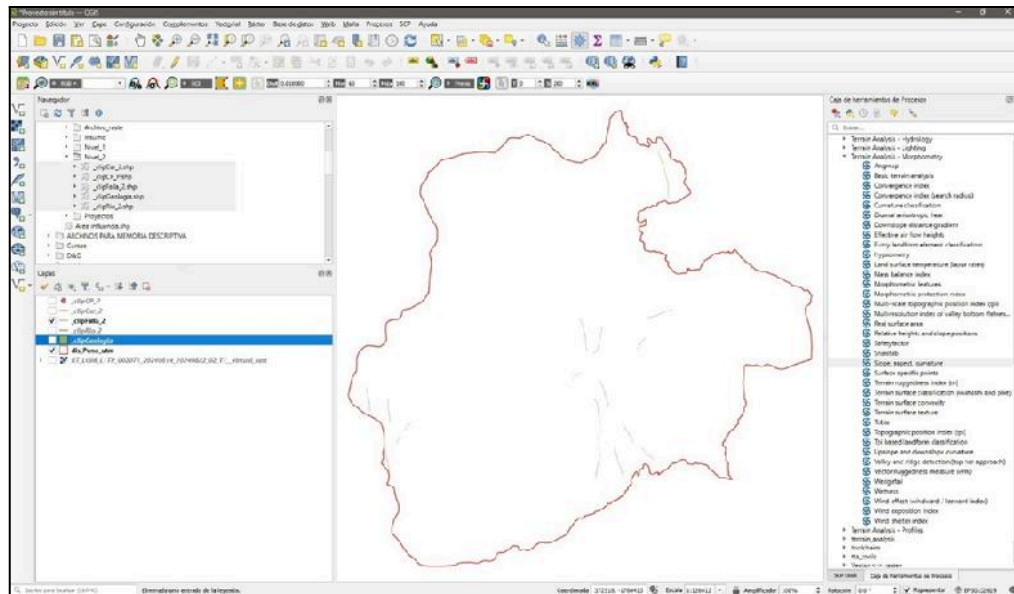


Figura 32: Fallas geológicas del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

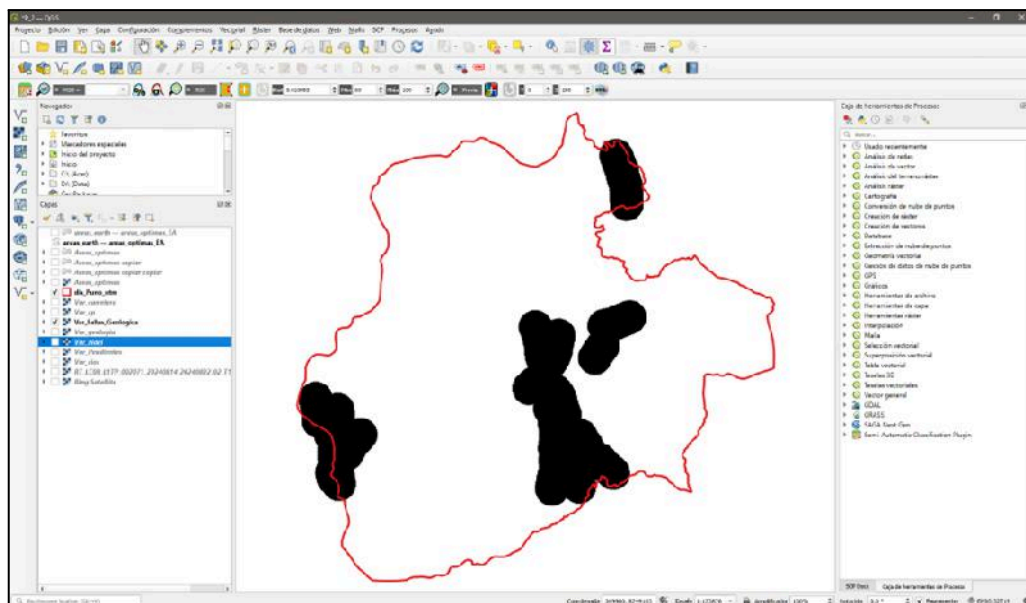


Figura 33: Mapa procesado de fallas geológicas del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Ponderación binaria - Fallas geológicas

Indicadores	Criterio	Ponderación
Fallas	< 1000 metros	0
Zonas aptas	> 1000 metros	1

Nota: Distrito de Puno con la ponderación binaria (1,0) según fallas geológicas

El color blanco representa la ponderación "1", zonas aptas para la ubicación de rellenos sanitario y el color negro representa la ponderación "0", zonas no aptas para la ubicación de rellenos sanitarios.

Las áreas destinadas a rellenos sanitarios no deben situarse cerca o sobre fallas geológicas ni en zonas con riesgos de estabilidad. Según la "Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales", se recomienda que los rellenos sanitarios se ubiquen a más de 1000 metros de distancia de estas áreas. Se asignó una ponderación de "0" a estas zonas, ya que son excluyentes para la localización de rellenos sanitarios, como se muestra en la figura 32.

4.3.12. ZONAS ARQUEOLÓGICAS

En la selección de este criterio, es importante reconocer la preservación de nuestro patrimonio arqueológico, el terreno no debe estar ubicado a una distancia menor de 1000 m de zona arqueológica.

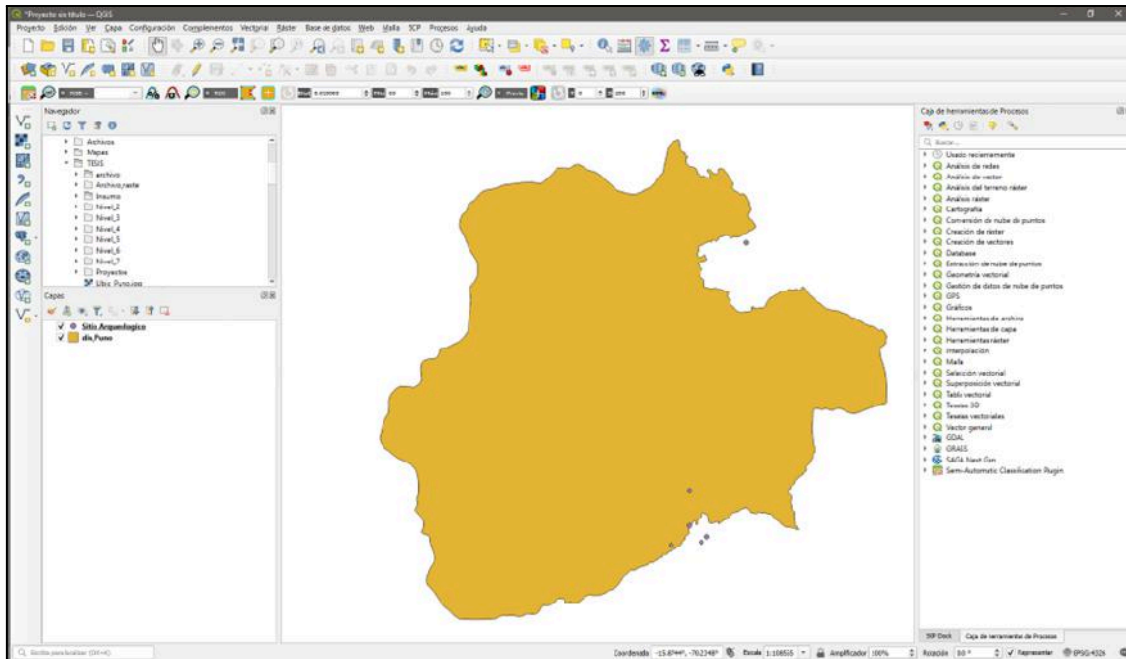


Figura 34: Zonas arqueológicas en el Distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

Al tener poca cantidad de zonas arqueológicas y en sitios muy alejados, no se consideró este parámetro.

4.3.13. EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Se llevó a cabo una evaluación multicriterio utilizando el software QGIS. Tras analizar cada variable, con sus respectivos criterios, y generar los ráster con condiciones "0" y "1", se procedió con el geoprocésamiento mediante el álgebra de mapas. Se utilizó la herramienta Ráster>>Calculadora ráster y se colocó la expresión:

$$V_1 \times V_2 \times V_3 \times V_4 \times V_5 \times V_6 \times V_7$$

Donde V_n son cada una de las variables utilizadas.

Luego se hizo una conversión de Raster a Vectorial, utilizando la herramienta Ráster>>conversión>>Poligonizar (Ráster a Vectorial).

Al multiplicar cada ráster, sólo se aplicarán a aquellos con valor "1", obteniendo así el ráster que muestra las áreas aptas para la instalación del relleno sanitario en el distrito de Puno.

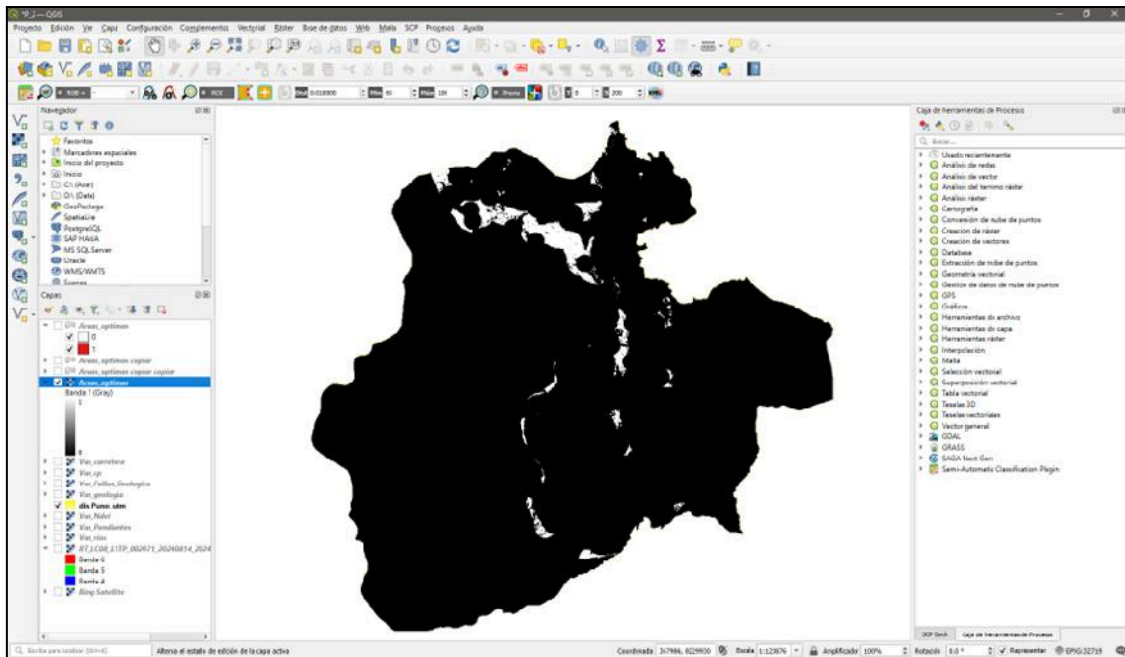


Figura 35: Áreas óptimas procesadas del distrito de Puno con la ponderación binaria

Fuente: Elaboración propia

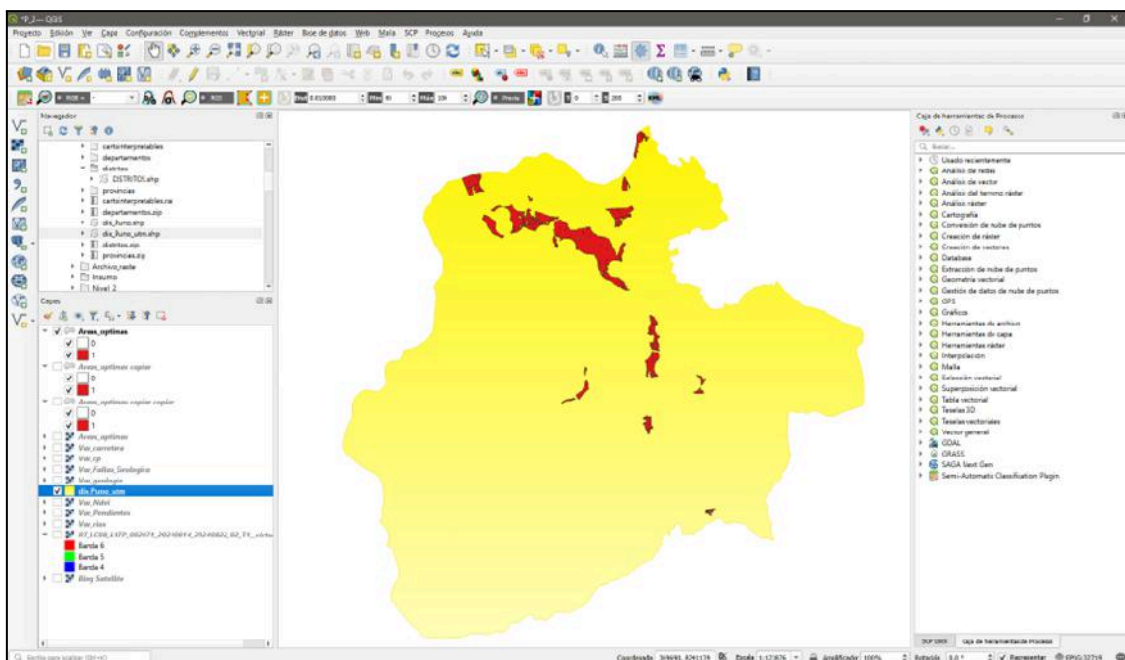


Figura 36: Áreas óptimas para el relleno sanitario en el distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

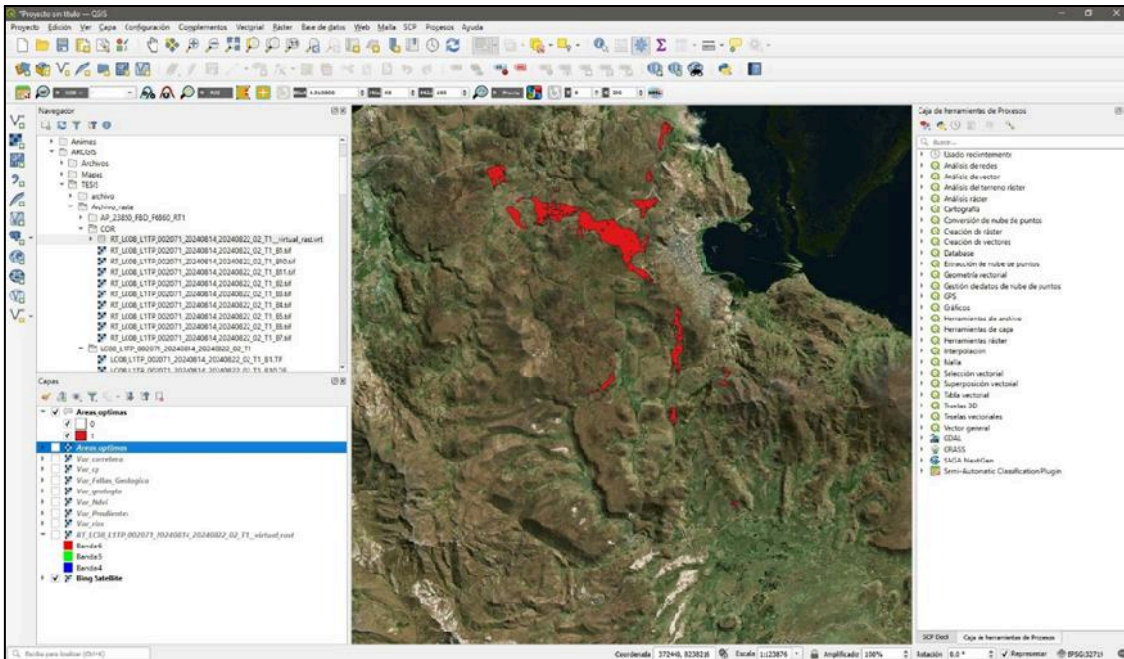


Figura 37: Áreas óptimas para el relleno sanitario en el distrito de Puno exportados a Google Earth

Fuente: Elaboración propia

DN	Area_m²	Area_Ha	Area_km²
1	4372423.25	437.24	4.37
2	1709854.06	170.99	1.71
3	696592.19	69.66	0.7
4	651383.96	65.14	0.65
5	540114.18	54.01	0.54
6	519010.10	51.90	0.52
7	443168.80	44.32	0.44
8	326099.55	32.61	0.33
9	234179.49	23.42	0.23
10	217448.12	21.74	0.22
11	149604.95	14.96	0.15
12	109579.97	10.96	0.11
13	106769.08	10.68	0.11
14	78790.78	7.88	0.08
15	67055.80	6.71	0.07
16	68941.72	6.89	0.07
17	61434.07	6.14	0.06
18	49711.14	4.97	0.05
19	26410.50	2.64	0.03
20	23448.78	2.34	0.02

Figura 38: Tabla de atributos de áreas óptimas mayores a 1 Ha

Fuente: Elaboración propia

El mapa de zonas aptas y no aptas para la localización y construcción de rellenos sanitarios en la ciudad de Puno muestra los resultados finales de las áreas clasificadas. Se desecharon todas las áreas menores a una hectárea.

Tabla 12: Área total del distrito de Puno y áreas aptas y no aptas para la construcción de un relleno sanitario

Valores	Clasificación	Área (Ha)	%
0	No apta	44961.8	97.7
1	Apta	1045.2	2.3
Total		46007	100%

4.4. VERIFICACIÓN DE POSIBLES ÁREAS ÓPTIMAS PARA EL RELLENO SANITARIO

Las áreas identificadas se evaluaron para determinar las características del terreno utilizando el programa Google Earth Pro y visitas de campo. Para este análisis, el ráster final se convirtió al formato .kml. Luego, se generó y abrió el archivo en Google Earth Pro, mostrando el mapa que aparece en la figura 38.

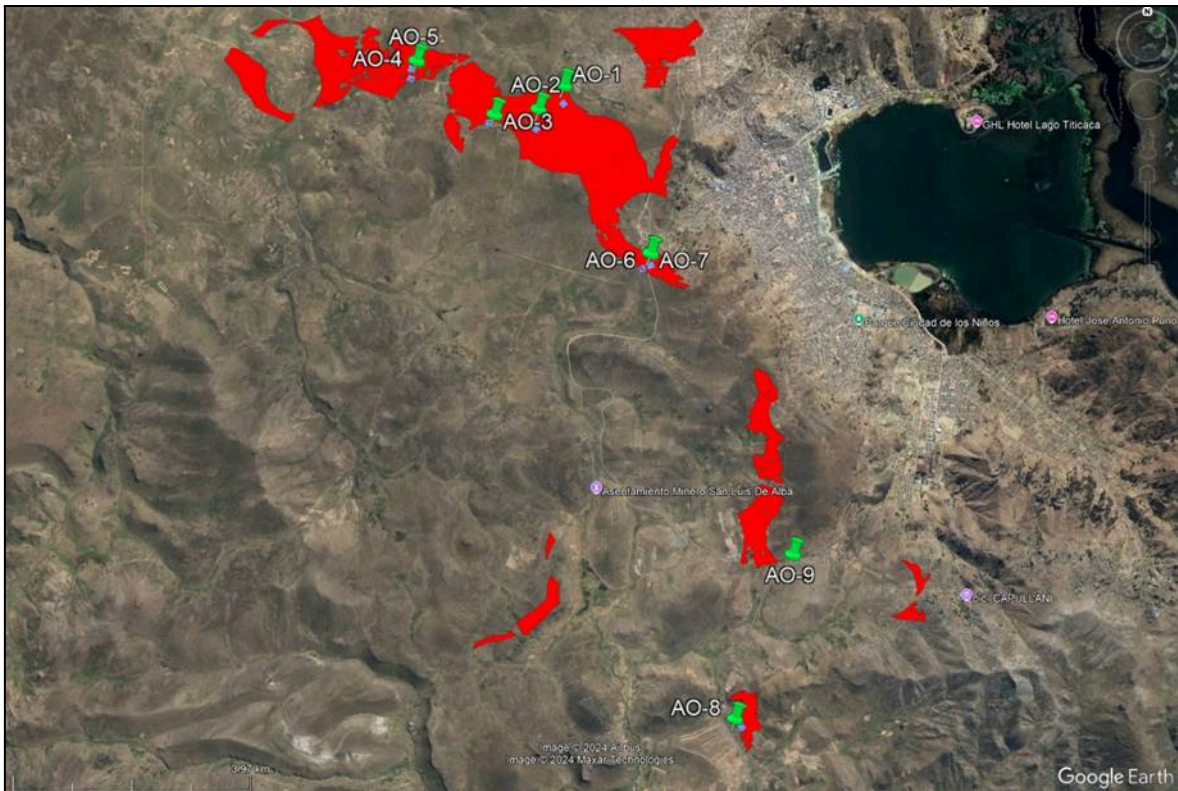


Figura 39: Áreas óptimas seleccionados mediante Google Earth Pro para el relleno sanitario

Fuente: Elaboración propia

De la figura se observaron las 09 áreas óptimas para rellenos sanitarios seleccionadas en el distrito de Puno, procediendo posteriormente a realizar visitas de campo a cada área para verificar las condiciones actuales y reales. Cabe destacar que las áreas 01 a 05 se encuentran en la red vial hacia el distrito de Vilque, las áreas 06 y 07 son las más cercanas a la ciudad, y las áreas 08 y 09 están en la ruta hacia el departamento de Moquegua.

4.4.1. ÁREAS ÓPTIMAS DEL 01 AL 05

Las áreas óptimas del 01 al 05, identificadas a través de análisis geoespaciales y visitas de campo, se encuentran situadas a lo largo de la red vial de camino a Vilque, lo que facilita el acceso y transporte de residuos.

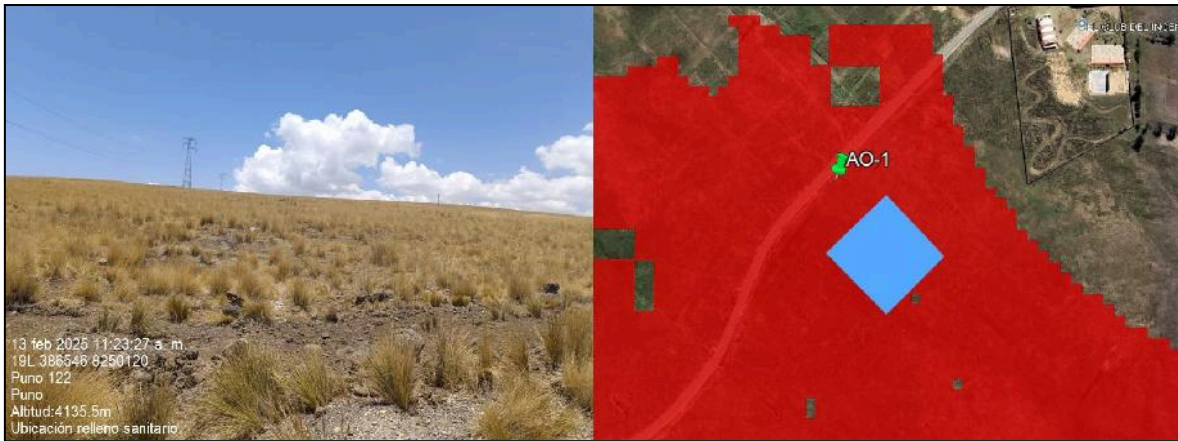


Figura 40: Área óptima 01 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia



Figura 41: Área óptima 02 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

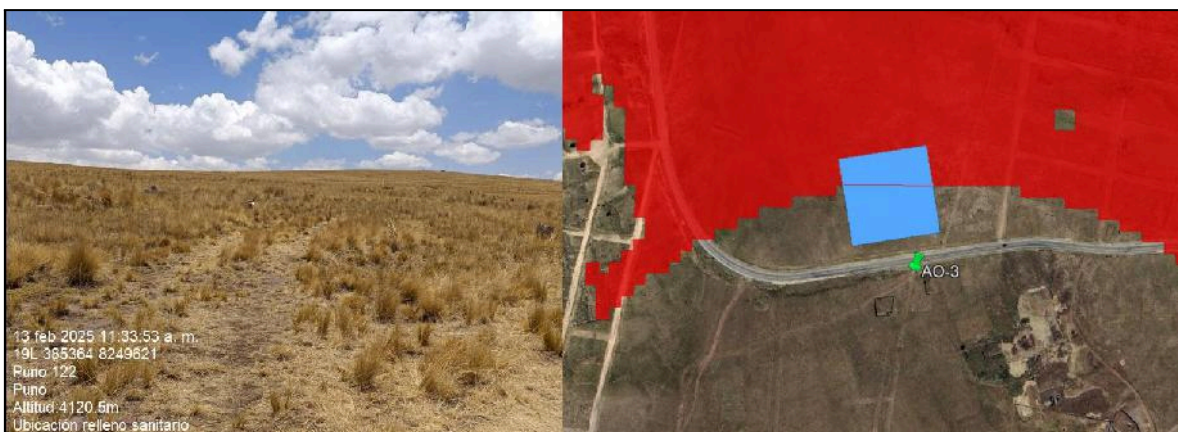


Figura 42: Área óptima 03 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

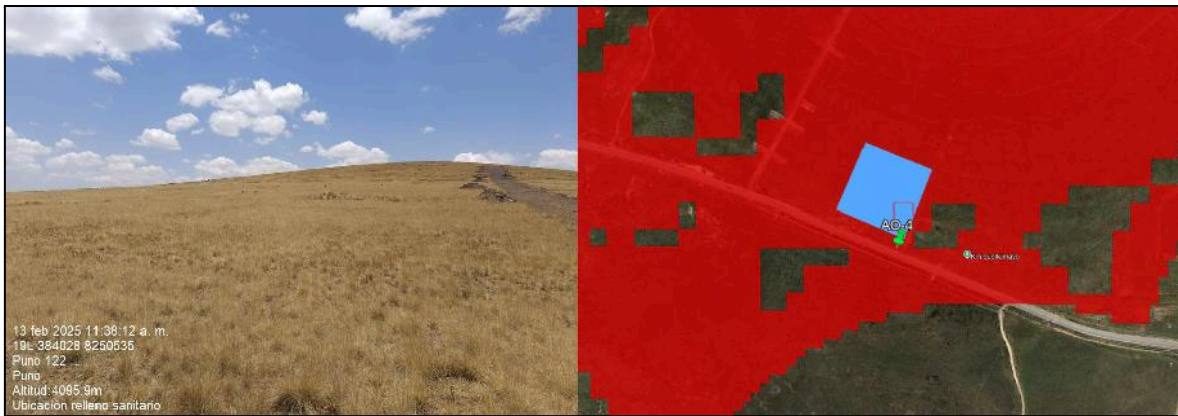


Figura 43: Área óptima 04 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia



Figura 44: Área óptima 05 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. ÁREAS ÓPTIMAS 06 Y 07

Estas áreas se encuentran en la vía de evitamiento de la ciudad de Puno, también se encuentran a una distancia más cercana a la ciudad, en comparación a las otras áreas óptimas.



Figura 45. Área óptima 06 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia



Figura 46: Área óptima 07 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. ÁREA ÓPTIMA 08

Se encuentra en la ruta hacia el departamento de Moquegua, también es la que se encuentra a la distancia más alejada de la ciudad.

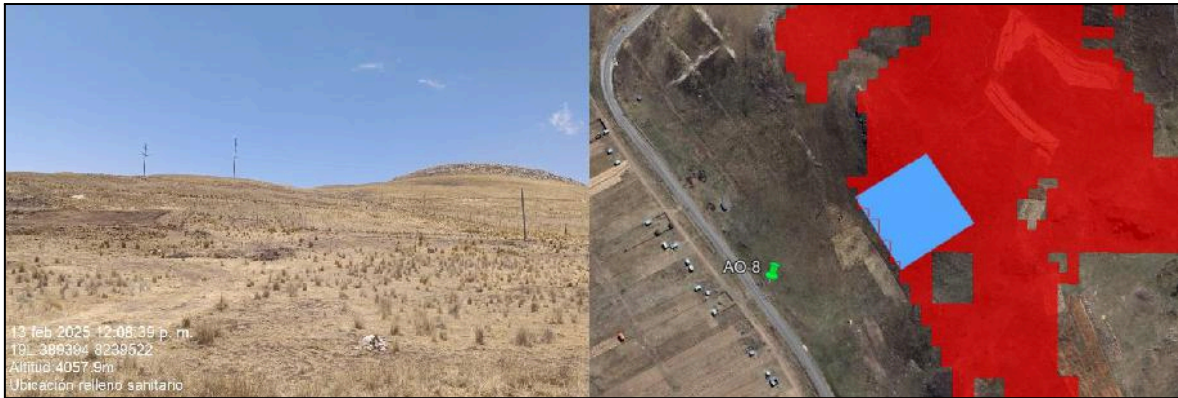


Figura 47: Área óptima 08 para el relleno sanitario del distrito de Puno

Fuente: Elaboración propia

Área óptima 09

Los resultados indican que el área 09 era apta para la ubicación de un relleno sanitario, pero la zona presenta mucha actividad humana y se encuentra ya lotizada.

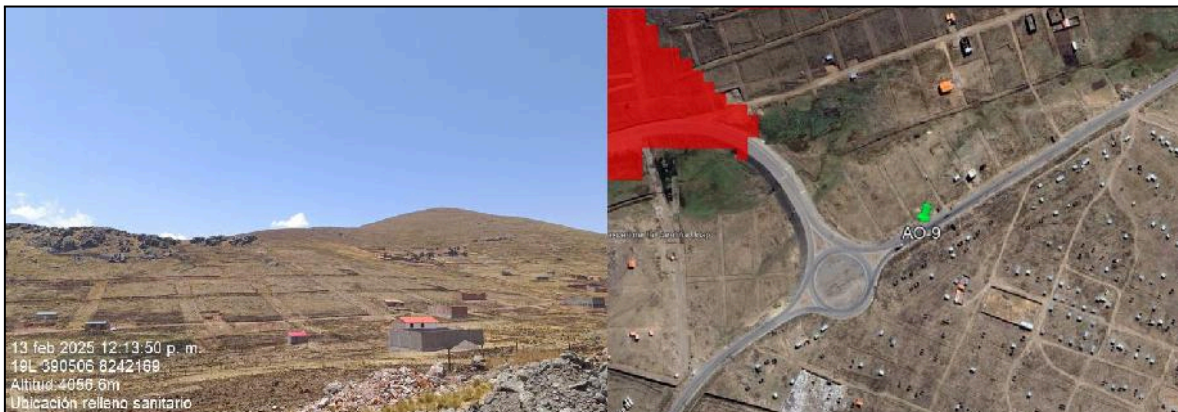


Figura 48: Área óptima 09

Fuente: Elaboración propia

Entre las áreas resultantes de la evaluación, a pesar que en teoría cuentan con las condiciones aptas de accesibilidad, no fueron consideradas, pues en condiciones reales, presentaron infraestructuras viales deficientes o inexistentes, lo que dificultará el acceso regular de vehículos de transporte de residuos. Además, las restantes mostraron más zonas habitadas y muy alejadas.

4.5. PREDIMENSIONAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO

El predimensionamiento es el proceso inicial de estimación de las dimensiones y capacidad de una infraestructura, en este caso un relleno sanitario, basado en datos preliminares.

4.5.1. INFORMACIÓN BÁSICA

Para el cálculo del predimensionamiento, se procedió al uso de la “GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES”, (Jaramillo, 2002), para ello se siguieron los pasos estipulados en ella, de la siguiente manera:

1. Se determinó la vida útil del proyecto.
2. Se necesita proyectar el crecimiento poblacional para estimar cuántos consultorios generarán una cantidad específica de residuos anualmente.

$$Población\ futura\ (2) = Población\ inicial \times (1 + tasa\ de\ crecimiento)^n$$

Donde “n” es la cantidad de años entre poblaciones.

3. Para calcular la generación per cápita de residuos sólidos, es necesario conocer la cantidad de residuos generados por cada consultorio en el área de estudio. Por este motivo, se llevó a cabo un cuestionario para determinar la cantidad diaria de residuos sólidos generados por cada consultorio, obteniéndose un valor de 1.5104 kg/consultorio/día. Para realizar la proyección, se utilizó un incremento del 1%, considerando que la generación per cápita de residuos no puede ser constante a lo largo del tiempo debido a los cambios en los procedimientos y rutinas en los consultorios con el paso de los años.

$$GPC\ Proyección\ (3) = GPC + (GPC * 1\%)$$

4.5.2. RESIDUOS GENERADOS

4. Se determinan los residuos generados por semana

$$(4) = (2) \times (3)$$

5. Para obtener el valor anual, se multiplica la cantidad semanal de residuos generados por el número de semanas en un año, y luego se convierte el resultado a toneladas para facilitar los cálculos.

$$(5) = (4) \times 52 \text{ semanas} \times \frac{1}{1000 \text{ tn}}$$

6. El acumulado se calcula sumando la cantidad de residuos generados en el año con la del año siguiente, y así sucesivamente.

4.5.3. VOLUMEN DE RESIDUOS GENERADOS

Residuos compactados

7. La cantidad de residuos sólidos semanales compactados, se puede estimar entre 400 o 500 kg/m³.

$$(7) = \frac{(4)}{\text{Densidad de residuos compactados (400 o 500 kg/m}^3)}$$

8. Para obtener el valor anual de residuos generados, se multiplica la cantidad semanal por el número de semanas que tiene el año.

$$(8) = (7) \times 52 \text{ semanas}$$

4.5.4. MATERIAL DE COBERTURA

9. Los residuos semanales compactados se calculan como un porcentaje del volumen de los residuos no compactados, generalmente entre el 20% y el 25%.

$$(9) = (8) \times (20\% - 25\%)$$

10. Para obtener el valor anual de residuos generados, se multiplica la cantidad semanal por el número de semanas del año.

$$(10) = (9) \times 52 \text{ semanas}$$

4.5.5. RESIDUOS ESTABILIZADOS POR AÑO

11. Para los residuos sólidos estabilizados, se sugiere que la densidad de estos varíe entre 500 y 600 kg/m³. Para calcular el volumen de los residuos sólidos estabilizados generados anualmente, se debe dividir la cantidad de residuos generados por semana entre la densidad de los residuos estabilizados y luego multiplicar por el número de semanas del año.

$$(11) = \frac{(4)}{\text{Densidad residuos estabilizados (500 o 600 kg/m}^3)} \times 52 \text{ semanas}$$

4.5.6. RELLENO SANITARIO

12. El volumen anual del relleno sanitario se determina sumando el material de cobertura anual con los residuos sólidos estabilizados generados en el mismo período.

$$(12) = (10) + (11)$$

13. El volumen acumulado se obtiene sumando la cantidad de volúmenes generados en el año con los volúmenes generados en el año siguiente, y así sucesivamente.

4.5.7. ÁREA REQUERIDA

14. Es necesario determinar el volumen anual del relleno sanitario, así como su altura o profundidad.

$$(14) = \frac{(13)}{\text{Altura o profundidad}}$$

4.5.8. INFRAESTRUCTURA ADICIONAL

Jaramillo (2002) sugiere calcular un área adicional destinada a infraestructuras complementarias, tales como una compostera, zonas de almacenamiento y vías de acceso. Por ello, recomienda considerar un factor de área adicional que varíe entre el 20% y el 40%.

$$\text{Área total requerida} = (14) \times \text{Factor (20\% o 40\%)}$$

Tabla 13: Proyecciones de necesidades volumétricas y área para el relleno sanitario

Año calendario	Población consultorios	ppc kg/consultorio/sem	Cantidad de residuos sólidos						VOLUMEN					ÁREA REQUERIDA	
			Semanal kg/sem	Annual Ton/año	Acumulado Ton	Semanal al m3	Annual m3	Semana l m3	Annual m3	Residuos sólidos estabilizados m3/año	RELLENO SANITARIO V.R.S Acumulado m3	RELLEN OAR m2	RELLEN TOTAL LAT m2		
2025	88	10.62	935	49	49	2.34	122	0.58	30	97	128	128	128	153	
2026	92	10.73	991	52	100	2.48	129	0.62	32	103	135	263	263	315	
2027	97	10.83	1051	55	155	2.63	137	0.66	34	109	143	406	406	488	
2028	102	10.94	1115	58	213	2.79	145	0.70	36	116	152	559	559	670	
2029	107	11.05	1182	61	274	2.96	154	0.74	38	123	161	720	720	864	
2030	112	11.16	1254	65	339	3.13	163	0.78	41	130	171	891	891	1069	
2031	118	11.27	1330	69	409	3.32	173	0.83	43	138	181	1072	1072	1287	
2032	124	11.39	1410	73	482	3.52	183	0.88	46	147	192	1265	1265	1518	
2033	130	11.50	1495	78	560	3.74	194	0.93	49	156	204	1469	1469	1763	
2034	137	11.62	1586	82	642	3.96	206	0.99	52	165	216	1685	1685	2023	
2035	143	11.73	1682	87	730	4.20	219	1.05	55	175	230	1915	1915	2298	

4.5.9. CELDA SEMANAL

Determinación del tamaño de la celda semanal que contendrá tanto los residuos sólidos como el material de cobertura, teniendo en cuenta el nivel de compactación.

$$CRS = 935 \text{ kg/semana}$$

CRS: Cantidad de residuos semanales

4.5.10. VOLUMEN DE LA CELDA SEMANAL

$$VCS = \frac{CRS}{\text{Densidad de residuos compactados (400 o 500 Kg/m}^3)} \times \text{factor de material de cobertura}$$

$$VCS = \frac{935 \text{ kg/semana}}{400 \text{ kg/m}^3} \times 1.4 = 3.27 \text{ m}^3/\text{Semana}$$

4.5.11. ÁREA DE LA CELDA SEMANAL

$$ACS = \frac{VCS}{\text{Altura de la celda}}$$

$$ACS = \frac{3.27 \text{ m}^3/\text{semana}}{1 \text{ m}} = 3.27 \text{ m}^2/\text{semana}$$

4.5.12. LARGO DE LA CELDA

Lo recomendable es un ancho de entre 3 y 6 metros por la posibilidad del empleo de una maquinaria.

$$LC = \frac{\text{Área de la celda semanal}}{\text{Ancho de la celda}}$$

$$LC = \frac{3.27 \text{ m}^2/\text{semana}}{3 \text{ m}} = 1.09 \text{ m/semana}$$

Para conformar la celda es recomendable un talud de 1/3 debido a su baja altura. Además, se calculó el caudal medio de los lixiviados del relleno sanitario que serán generados, obteniendo los siguientes resultados:

$$\text{Caudal medio del lixiviado} = \frac{5\% \text{ del promedio anual de precipitación}}{365} \times \text{Área del relleno}$$

$$\text{Caudal medio del lixiviado} = \frac{0.066311 \times 0.05 \times 2298}{365} = 0.0209 \text{ m}^3/\text{día}$$

La cantidad de lixiviado generada es mínima para nuestra zona, lo cual indica que no se anticipan problemas que se relacionen con la generación de lixiviados en esta área.

4.6. DISCUSIÓN

El manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales de Puno presenta retos significativos en aspectos como la clasificación, almacenamiento y disposición final. Los resultados de esta investigación reflejan que el 60.32% de los consultorios cuentan con recipientes de colores adecuados, en línea con las normativas, pero un 39.68% aún no cumple este requisito básico. Esto es preocupante considerando que la segregación adecuada es esencial para evitar la contaminación cruzada y proteger tanto a los trabajadores como al medio ambiente. Comparativamente, en el estudio de Castro & Castillo (2021), el 66.5% de los odontólogos realizaban la separación de desechos, lo que indica que Puno está por debajo de este promedio en este aspecto.

En cuanto al almacenamiento, el 68.25% de los consultorios poseen áreas especiales para residuos, lo cual es positivo, aunque insuficiente. Este resultado está alineado con lo reportado por Falcón (2014), donde la falta de áreas adecuadas refleja deficiencias similares en la región. Además, solo el 61.9% de los consultorios utiliza recolectores especializados para la disposición final. A pesar de que los trabajadores de los consultorios dentales afirmaron tener conocimiento sobre la disposición final adecuada de los residuos dentales, es posible que estas respuestas estuvieran sesgadas, la disposición final de estos residuos no debería realizarse en recolectores de basura normales, sino en sistemas especializados. Esto sugiere que los trabajadores no fueron completamente honestos o precisos en sus respuestas sobre la correcta gestión de estos desechos, lo que podría estar ocultando una práctica inadecuada. Esto también encontró Palomino (2018), en su investigación en los consultorios de Andahuaylas, debido a que el manejo de desechos biocontaminados es deficiente, debido a que carece de la adecuada capacitación y conocimiento.

Respecto al cuidado personal, el 74.6% de los trabajadores cuentan con indumentaria adecuada y el 71.43% están capacitados para realizar la segregación correcta de residuos. Aunque estos porcentajes son alentadores, hay margen de mejora.

En comparación con otras investigaciones, los resultados reflejan valores similares. Por ejemplo, mientras que Aguirre (2007) reportó un cumplimiento del 100% en el uso de recipientes para material punzocortante en otras regiones, en Puno este indicador es del 93.65%. También Castro & Castillo (2021) indicaron un valor de 85.5% en este aspecto, lo cual demuestra un buen valor, pero no el mejor.

En su investigación, Maita (2019), indicó que la evaluación de la capacitación del personal en la Clínica Odontológica de la Universidad Latinoamericana CIMA reveló que el 87,50% de los encuestados tiene conocimiento sobre los riesgos del manejo de residuos sólidos, considerándose la capacitación como aceptable. Si comparamos este valor con lo obtenido en esta investigación, la cual mostró un valor de 71.43%, también podría considerarse aceptable pero mejorable, especialmente si se considera que Cedraz & Azevedo (2012) subrayan la relación directa entre la capacitación insuficiente y las malas prácticas de manejo de residuos.

También, el modelo de evaluación utilizado en este estudio mostró que el 44.4% de los consultorios tienen un manejo eficiente, un 39.7% es poco eficiente y un preocupante 15.9% es deficiente, evidenciando la necesidad de una intervención más sólida, un problema que también se observa en la investigación de Moscoso (2009), quien destaca un mal manejo prevalente en la ciudad de Cuenca, tanto en consultorios públicos como privados, al igual que Callapani et al. (2018), quienes indican que, en su investigación, el nivel del manejo de residuos sólidos odontológicos en el cercado de Ica es deficiente.

Finalmente, el análisis de los resultados reafirma que el manejo adecuado de residuos sólidos dentales no solo depende de la infraestructura, sino también de la capacitación continua y la concienciación de los profesionales del sector. Este contexto refleja que Puno enfrenta retos similares a los observados en otras ciudades de la región y del mundo, pero también se encuentra en una posición de mejora si se implementan estrategias focalizadas.

En la selección de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario en la ciudad de Puno, este proceso representa un desafío complejo debido a las características ambientales, sociales y geográficas de la región. En este estudio, el análisis multicriterio mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió identificar que solo el 2.3% del área total del distrito es adecuada para esta infraestructura. Estos resultados coinciden con investigaciones previas, como la de Rodríguez (2020) en Jaén, donde un porcentaje igualmente bajo de áreas aptas (2%) fue identificado. Esta similitud demuestra que las limitaciones en la disponibilidad de terrenos óptimos son comunes en contextos con condiciones ambientales exigentes y normativas estrictas.

La metodología empleada incluyó dos fases: una fase de gabinete, en la que se recopiló y analizó información sobre pendientes, geología, red vial, hidrología, cobertura vegetal, centros poblados, fallas geológicas y zonas arqueológicas; y una fase de campo, destinada a verificar las áreas potenciales identificadas en la etapa inicial. Este enfoque metodológico es consistente con el planteamiento de Pérez (2019), quien en su estudio en el distrito de Santa Rosa utilizó un software SIG para integrar variables como uso del suelo, sitios arqueológicos y ubicación de caseríos, generando mapas de áreas potenciales. En su caso, identificó siete áreas aptas que fueron validadas mediante visitas de campo, lo que resalta la importancia de complementar los análisis técnicos con verificaciones prácticas para garantizar la viabilidad operativa de los sitios seleccionados.

En el contexto de Puno, se identificaron nueve áreas iniciales mediante el uso de álgebra de mapas y valores binarios (1 = área apta, 0 = área no apta), de las cuales solo una no cumplió completamente con los criterios normativos y técnicos establecidos por el MINAM. Esta metodología, también fue aplicada por Arias (2021), en la región Ucayali y por Ito (2020), en el distrito de Coata y ha demostrado ser efectiva para integrar múltiples variables y facilitar la selección de áreas potenciales. Sin embargo, la investigación en Puno destacó la necesidad de ajustar los parámetros a las condiciones locales específicas, como la proximidad a fuentes de agua superficial, pendientes pronunciadas y la fragmentación de la red vial, que limitaron las opciones.

Un factor crítico identificado en este estudio es la accesibilidad limitada a las áreas seleccionadas, condicionada por la infraestructura vial deficiente y la falta de conexiones adecuadas. Este problema, señalado también por López (2019), pone de manifiesto que la disponibilidad de áreas óptimas no solo depende de su aptitud ambiental, sino también de su viabilidad operativa y logística. La falta de vías de acceso adecuadas representa un obstáculo importante para la gestión eficiente de los residuos sólidos, especialmente en regiones con geografías accidentadas como Puno.

Los resultados obtenidos refuerzan la importancia del uso de SIG como herramienta para la planificación y toma de decisiones en contextos de alta vulnerabilidad ambiental. En este caso, la integración de variables como hidrología, uso del suelo, pendientes y cobertura vegetal permitió una evaluación exhaustiva del territorio, alineándose con los criterios normativos del MINAM. No obstante, la investigación también destaca la necesidad de incorporar consideraciones sociales, como la percepción y aceptación de la comunidad local, en futuros estudios. Esto es crucial para garantizar que la implementación de un relleno sanitario no solo cumpla con los estándares técnicos, sino que también sea sostenible desde una perspectiva social.

Finalmente, esta investigación pone en evidencia que, aunque el uso de SIG y análisis multicriterio proporciona una base sólida para la selección de áreas óptimas, estos hallazgos deben ser complementados con estudios de impacto ambiental y consultas comunitarias. La colaboración entre entidades locales y nacionales, junto con un enfoque multidisciplinario, será esencial para garantizar que la ubicación del relleno sanitario propuesto no solo resuelva las necesidades de disposición final de residuos sólidos dentales, sino que también contribuya a la sostenibilidad ambiental y social de la región.

Finalmente, Lozano & Asarpay (2020), indican en su investigación, que es necesario realizar una proyección adecuada de la población para el diseño del relleno sanitario a lo largo de su vida útil. Esta proyección permite también planificar la capacidad del relleno, asegurando una gestión eficiente y sostenible de los residuos sólidos a largo plazo. En cuanto al diseño del relleno sanitario, lo más adecuado para este tipo de poblaciones

pequeñas es un relleno sanitario manual, dado que no se generan grandes cantidades de residuos (Pereda & Vigo, 2021). También llegaron a esta conclusión (Amaya & Molina, 2017; Chambergo, 2020; Chilón, 2021).

CONCLUSIONES

PRIMERA: El manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno es deficiente, sobre todo en las etapas de clasificación de residuos sólidos, áreas y depósitos para su almacenamiento temporal y en su disposición final, lo que genera serios riesgos tanto para la salud pública como para el medio ambiente.

SEGUNDA: La investigación evidenció que el 43.55% de los consultorios alcanzan un nivel eficiente en el conocimiento de la gestión de residuos sólidos, lo que es bajo, mientras que el resto carece de protocolos adecuados, lo que agrava el impacto de los desechos biocontaminados y especiales. La falta de capacitación para odontólogos y personal administrativo, combinada con la ausencia de un enfoque integral en el manejo de residuos, dificulta la implementación de prácticas sostenibles y seguras.

TERCERA: La implementación de un relleno sanitario, como tecnología de tratamiento para los residuos sólidos de origen hospitalario, es una solución viable para la ciudad de Puno, debido a los criterios establecidos; para ello se identificaron áreas potenciales para su ubicación en el distrito de Puno, seleccionadas con base en estrictos criterios técnicos y ambientales. Estas zonas cumplen con requisitos clave, como mantener una distancia segura de cuerpos de agua, centros poblados y vías principales, minimizando así el impacto ambiental y social. La metodología empleada, permitió integrar variables críticas y garantizar que las áreas propuestas sean compatibles con las normativas y las condiciones geográficas locales, ofreciendo una solución técnicamente viable y ambiental para la disposición final de los residuos sólidos dentales. Además, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sus herramientas pueden identificar sitios o zonas adecuadas para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y reducir el impacto

ambiental. El predimensionamiento del relleno sanitario, garantiza una solución operativa eficiente y sostenible a mediano y largo plazo. Este análisis consideró proyecciones de generación de desechos y cumplió con las normativas ambientales vigentes, asegurando que el diseño del relleno sea capaz de manejar los volúmenes actuales y futuros de residuos. La implementación de este relleno sanitario resulta esencial para optimizar la disposición final de los desechos biocontaminados y especiales, mitigando el impacto ambiental, promoviendo la salud pública y respondiendo a las crecientes necesidades de gestión de residuos en la región.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Diseñar e implementar un plan integral de gestión de residuos sólidos específico para los consultorios dentales. Este plan debe priorizar la creación y aplicación de protocolos estandarizados para la clasificación adecuada de los residuos en la fuente, optimizar las áreas y depósitos de almacenamiento temporal y fortalecer los procesos de disposición final, garantizando el cumplimiento de normativas ambientales vigentes, siendo estas las principales deficiencias encontradas. Además, es esencial fortalecer las capacidades del personal odontológico mediante programas de capacitación y establecer un sistema de monitoreo continuo para garantizar la mejora progresiva del manejo de residuos. Adicionalmente, se recomienda establecer códigos de ética y conductas responsables entre los profesionales de salud, promoviendo la firma de compromisos éticos relacionados con la gestión adecuada de residuos sólidos.

SEGUNDA: Paralelamente, se debe fortalecer la supervisión por parte de las autoridades competentes, estableciendo sanciones para quienes incumplan los estándares establecidos. Se recomienda fomentar la colaboración entre los consultorios y las autoridades locales para mejorar la infraestructura de recolección y disposición de residuos, asegurando una gestión sostenible y responsable.

TERCERA: Combinar el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con trabajos de campo detallados es necesario para optimizar la selección de sitios para la disposición final de residuos sólidos. Este enfoque debe incluir la actualización y mejora continua de los criterios utilizados en el modelo, incorporando estudios especializados en hidrología, suelos y geología, así como un análisis técnico-económico que considere otros factores. La integración de estos elementos no solo permitirá una selección más precisa y

sostenible de los sitios, sino que también ampliará la base de conocimiento técnico y científico, facilitando la replicabilidad de la metodología en diversos contextos y promoviendo decisiones informadas y responsables en la gestión de residuos sólidos. Además, realizar estudios adicionales y detallados para concretar el diseño definitivo del relleno sanitario, asegurando el cumplimiento de los estándares establecidos por el MINAM. Estos estudios deben incluir una caracterización de residuos sólidos en los consultorios dentales en la ciudad de Puno, que permita conocer con precisión la composición y generación per cápita, considerando, no sólo los consultorios con licencia, sino también aquellos que no cuentan con ella, añadiendo también otros establecimientos de salud similares. Además, es necesario realizar pruebas de campo en la zona propuesta para verificar su idoneidad técnica y ambiental, y garantizar que cumple con los requisitos normativos. El diseño del relleno debe incorporar materiales de impermeabilización adecuados y sistemas de monitoreo continuo que prevengan la contaminación del suelo y del agua, asegurando una infraestructura eficiente y sostenible para la gestión de residuos sólidos dentales. Adicionalmente se pueden contemplar las posibilidades de complementar la disposición de un relleno sanitario con otras tecnologías, luego de un mayor análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Advíncula, G. (2018). *Manejo de residuos biocontaminados y accidentes ocupacionales producidos en consultorios de la División de Odontología del Hospital de la Policía Nacional del Perú, Luis Nicasio Sáenz, Lima – Perú, 2014*. Universidad Privada Norbert Wiener.
- Aguirre, M. (2007). *Manejo de residuos peligrosos biológicos infecciosos en consultorios odontológicos privados de la colonia las Águilas municipio de Nezahualcoyotl*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alqahtani, J., Alzahrani, F., Althubait, S., Asiri, G., Alamri, S., & Alfaify, A. (2019). Knowledge, attitude, and practices about Bio-Medical Waste management across Dentists, Dental students and Auxiliary Staff among main cities and towns in Saudi Arabia. *The Saudi Dental Journal*.
- Al-Widyan, M., Oweis, R., Abu-Qdais, H., Al-Muhtaseb, M., & Hamasha, S. (2010). Composition and energy content of dental solid waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 155–160.
- Amangandi, M., & Rivera, A. (2022). *Propuesta de ubicación de un Relleno Sanitario bajo mancomunidad para los cantones Penipe y Chambo*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Amaya, R., & Molina, I. (2017). *DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO DE LAS MANCOMUNIDADES, MONTAÑITA, OLÓN, CURIA Y LAS NUÑEZ*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- AMBIDES. (2020). *Estudio de Impacto Ambiental semidetallado del Proyecto: “Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos No Municipales Peligrosos y No Peligrosos—Relleno de Seguridad La Joya*.
- Arias, F. (2021). *Localización de zonas ambientalmente óptimas para construcción de rellenos sanitarios usando Sistemas de Información Geográfica en la región Ucayali, 2021*. Universidad César Vallejo.
- Beltrán, N. M., ernández Narvaez, O. A., Requene Torres, S. E., & Silva Caicedo, T.

- (2019). *Evaluación del conocimiento sobre el protocolo de segregación en la fuente de residuos peligrosos de la facultad de odontología, universidad cooperativa de Colombia campus pasto 2019-2020*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Bustamante, C. (2020). *ANÁLISIS MULTICRITERIO BASADO EN UN SIG ENFOCADO A DETERMINAR ÁREAS POTENCIALES PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UN RELLENO SANITARIO EN EL CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Callapani, G. E., Claudio Calderón, O. F., & Quevedo Casquero, I. A. (2018). *Manejo de residuos sólidos en los consultorios odontológicos del cercado de Ica, 2017-2018*. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.
- Canelo, C. (2021). Criterios y métodos para seleccionar la ubicación de los rellenos sanitarios. *Revista de investigación en agroproducción sustentable*, 5(2), 9–19.
- Cardenas, M. (2021). *Revisión sistemática: Manejo de residuos biocontaminados de los establecimientos de salud*. Universidad César Vallejo.
- Cari, H., & Zúñiga, E. (2016). Manejo y disposición final de residuos sólidos en la clínica odontológica universitaria en Juliaca. *Evidencias en Odontología Clínica*, 2(1), 8–11.
- Cari, H., & Zúñiga, E. (2017). Cumplimiento de las normas técnicas para el manejo de residuos sólidos en una clínica universitaria, Juliaca. 2017. *Revista Evidencias en Odontología Clínica*, 3(1).
- Castro, J. (2021). *DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE MÓRROPE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2018*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Castro, Lady, & Castillo, J. (2021). *Nivel de conocimiento sobre el manejo de desechos odontológicos en cirujanos dentistas del distrito Cerro Colorado Arequipa 2021*. Universidad Continental.

- Cedraz, M., & Azevedo, A. (2012). Gerenciamento dos resíduos produzidos em consultórios odontológicos de Salvador, Bahia. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 11(2), 194–200.
- Chamberg, C. (2020). *PROPUESTA DE UN DISEÑO DE RELLENO SANITARIO MANUAL PARA RESIDUOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE ZAÑA – PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE – PERÚ, 2019*. Universidad de Lambayeque.
- Charpentier, A., Freire, J., Carrera, D., & Haro, M. (2018). Modelamiento espacial en la ubicación de un relleno sanitario para la zona de Intag, cantón Cotacachi, Ecuador. *FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo*, 6(2), 36–42.
- Chavez, J. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN POR PLASMA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Chilón, M. (2021). *Propuesta de diseño de un relleno sanitario de residuos sólidos municipales para el Centro Poblado La Tortuga, provincia Paita – Piura*. Universidad César Vallejo.
- Daou, M. H., Karam, R., Khalil, S., & Mawla, D. (2015). Current status of dental waste management in Lebanon. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 4, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2015.04.002>
- Del Arca, F. (2021). *PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS PARA LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA EN EL PERIODO 2019*. Universidad Privada de Tacna.
- Dreyfus, E. (2022). *EVALUACIÓN DE RIESGOS SANITARIOS RELACIONADOS EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS GENERADOS EN EL HOSPITAL AMAZÓNICO DE YARINACocha- PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO- UCAYALI*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.
- Ebrahimzadeh, G. R., Norzaee, S., Djahed, B., Enayat, E., Fakhri, Y., & Taghavi, M. (2018). Quantitative and qualitative analysis of dental clinics waste in Zabol city,

Iran. *Data in Brief*.

Falcón, B. (2014). COMPETENCIAS SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN LOS CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS PARTICULARES DE LA CIUDAD DE TACNA - 2008. *Revista Medica Basadrina*, 8(1), 31–34.

Hanco, J. (2023). *APLICACIÓN DEL SOFTWARE QGIS PARA LA UBICACIÓN ÓPTIMA DE UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE AYAVIRI - PUNO 2023*. Universidad Privada San Carlos.

Huarachi, M. (2013). *CARACTERIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD; TIPO III: VALLECITO Y JOSE ANTONIO ENCINAS, TIPO II: CHEJOÑA Y 4 DE NOVIEMBRE DE LA CIUDAD DE PUNO, 2013*. Universidad Nacional del Altiplano.

Huaycochea, K. M., Medina Vásquez, M. A., Quiroz Quispe, S. Y., & Sánchez Chuquiyauri, E. (2020). *Estrategias de manejo de residuos sólidos peligrosos en Hospitales de Lima-Este, 2020*. Universidad César Vallejo.

INGEMMET. (2025). *GEOCATMIN*. Catálogo de metadatos. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDI1YTU3NDQ0tOGM2Ni00M2ZILThmZmYtMmEyZWY2YWZmZTg1IiwidCI6ImNkNzkzYWQzLTdiZTItNGM4OS1iNmY1LTVmNmM4OTQzNDA2OSIsImMiOjR9>

Instituto Geográfico Nacional. (2025). *INFRAESTRUCTURA NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL FUNDAMENTAL DEL PERÚ*. <https://www.idep.gob.pe/#descargas>

Ito, Y. (2020). *Identificación de áreas potenciales para relleno sanitario aplicando Sistemas de Información Geográfica en el Distrito de Coata – Puno*. Universidad Peruana Unión.

Jaramillo, J. (2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Kizlary, E., Iosifidis, N., Voudrias, E., & Panagiotakopoulos, D. (2005). Composition and

- production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece: Variability among dentist groups. *Waste Management*, 25, 582–591.
- Lara, R. (2021). *PROPUESTA DE DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Lazo, R. S., Pacompía Belizario, W. F., Wong Copaja, G. C., Quispe Cusacani, R. J., & Anahua Huarachi, E. F. (2021). Celda de seguridad para residuos peligrosos de establecimientos de salud durante la pandemia SARS COV-2, distrito de Tacna. *Ingeniería Investiga*, 3(2).
- Lee, Y., Rodriguez, N., Lee, Y., & Ballart, A. (2013). Bioseguridad en Estomatología. *Revista Información Científica*, 80(4).
- Loayza, D. E. (2016). *Nivel de conocimiento en bioseguridad y manejo de los residuos sólidos en los consultorios odontológicos del distrito de San Juan de Miraflores, 2016*. Universidad César Vallejo.
- López, C. A. (2019). *Ubicación óptima del área de relleno sanitario de contingencia para el municipio de chocontá*. Universidad Militar Nueva Granada.
- López, S. O. (2020). *Propuesta de Ubicación y Prediseño de un Relleno Sanitario Sustentable Intermunicipal, Entre Morelos y el Estado de México*. Instituto Tecnológico de Toluca.
- Lozano, K., & Asarpay, J. (2020). *Propuesta de un Relleno Sanitario para el adecuado manejo de residuos sólidos municipales en el distrito de Huáchac – Junín*. Universidad Peruana Unión.
- Maita, A. (2019). *MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DOCENTE ASISTENCIAL DE LA UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA CIMA, TACNA 2019*. Universidad Latinoamericana Cima.
- Mamani, V. (2020). *Identificación de áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario aplicando sistemas de información geográfica, en el distrito de*

- Huayrapata, Provincia de Moho, Puno-2020.* Universidad Peruana Unión.
- Mandalidis, A., Topalidis, A., Voudrias, E., & Iosifidis, N. (2018). Composition, production rate and characterization of Greek dental solid waste. *Waste Management*, 75, 124–130.
- MINAM. (2014). *Ley General de Residuos Sólidos LEY N° 27314.*
- MINAM. (2016). *DECRETO LEGISLATIVO N° 1278.*
- MINEDU. (2025). *Descarga de información espacial del MED.*
<https://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>
- MINSA. (2011). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado.*
- MINSA. (2018). *Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA/2018/DIGESA, Gestión Integral y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud, Servicios Médicos de Apoyo y Centros de Investigación, aprobada por Resolución Ministerial N° 1295-2018/MINSA.*
- Molina, M. (2022). *EFFECTO DE LA CAPACITACIÓN SOBRE BIOSEGURIDAD EN EL DESEMPEÑO DE LOS ALUMNOS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO 2019.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Morales, J., & Sánchez, L. (2019). *Diseño de una Máquina para la Reducción del Nivel de Contaminación de Residuos Sólidos Biocontaminados del Hospital Virgen de la Puerta, La Esperanza.* Universidad César Vallejo.
- Moscoloni, C., Zarra, F., Novo, R., Giglio, E., Vargiu, A., Mutani, G., Bracco, G., & Mattiazzo, G. (2022). Wind Turbines and Rooftop Photovoltaic Technical Potential Assessment: Application to Sicilian Minor Islands. *Energies*, 15(5548).
- Moscoso, M. (2009). *EVALUACION DEL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LOS SERVICIOS DE ODONTOLOGIA DE LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR.* Universidad de Cuenca.
- MTC. (2025). *::Ministerio de Transportes y Comunicaciones::* Descarga de datos

- espaciales. <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>
- Naciones Unidas. (1992). *Agenda 21: Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro.*
- NASA. (2025). *Búsqueda de datos ASF. ASF DATA SEARCH.*
<https://search.asf.alaska.edu/#/>
- Noguera, K., & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en latinoamérica: Caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XXXIV(132), 73–82.
- Palacios, 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.* Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Palomino, L. (2018). *Proceso de eliminación de residuos biocontaminantes de los consultorios dentales privados y los factores que condicionan en toma de decisiones en la provincia de andahuaylas – 2018.* Universidad Alas Peruanas.
- Palomino, R. (2022). *Nivel de conocimiento y manejo de residuos sólidos generados en clínicas odontológicas de la ciudad de Cusco, 2022.* Universidad César Vallejo.
- Pereda, G., & Vigo, A. (2021). *Diseño de relleno sanitario para el distrito de Magdalena, Cajamarca, 2021.* Universidad César Vallejo.
- Pérez, N. (2019). *IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ÓPTIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE JAÉN.* Universidad Nacional de Cajamarca.
- Pires, A., & Vicente, J. (2021). IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS APTAS À INSTALAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DESCENTRALIZADAS NO MUNICÍPIO DE MONTE CARMELO - MG UTILIZANDO O MÉTODO AHP E ÁLGEBRA DE MAPAS. *Revista GETEC*, 10(34), 1–20.
- Quispe, R. (2018). *EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RELLENO*

SANITARIO PARA LA LOCALIDAD DE OCUVIRI, DISTRITO DE OCUVIRI, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO. Universidad Nacional del Altiplano.

Rodríguez, R. (2020). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE INSTALACIONES PARA RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA.* Universidad Nacional Federico Villarreal.

Sanchez, L. A., & Perez, A. A. (2021). *Propuesta de diseño de relleno sanitario para el distrito de Baños del Inca, Cajamarca 2021.* Universidad Privada del Norte.

Senarque, O., & Sandoval, J. (2020). *SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN URBANA.* Universidad Ricardo Palma.

Servicio Geológico de los Estados Unidos. (2025). *EarthExplorer.* USGS. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Subramanian, A. K., Thayalan, D., Edwards, A. I., Almalki, A., & Venugopal, A. (2021). Biomedical waste management in dental practice and its significant environmental impact: A perspective. *Environmental Technology & Innovation, 24.*

Tiol, A., & Gutiérrez, I. (2018). Manejo de residuos peligrosos en el consultorio dental. *Revista Odontológica Mexicana, 22(3), 126–127.*

Torres, Y., & Yepes, H. (2023). *Implicaciones ambientales y riesgos en salud asociados a la disposición de los residuos hospitalarios de la ciudad de Bogotá por el método de incineración sobre el área rural del municipio de Mosquera durante la pandemia de COVID-19.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Vargas, C. (2018). *Diseño de planta de tratamiento centralizada para residuos sólidos hospitalarios en la región de tacna.* Universidad Privada de Tacna.

Viteri, J. (2016). *DISEÑO DE UNA CELDA DIARIA DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL ACTUAL RELLENO SANITARIO DEL TENA.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025

PROBLEMAS	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el nivel de conocimiento sobre el manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno y qué tecnologías de manejo pueden implementarse para mejorar su gestión integral, 2025?</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL El nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno es deficiente.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar el nivel de conocimiento en el manejo de residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno y proponer tecnologías de manejo para mejorar su gestión integral.</p>	<p>V1: Manejo de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales</p> <p>V2: Nivel de conocimiento del personal</p> <p>V3: Tecnología de manejo de residuos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Entrevistas - Cuestionario - Análisis de frecuencia y porcentajes - Medidas de Tendencia Central y Dispersión - Análisis geoespacial - Análisis y procesamiento de datos - QGIS - Hoja de cálculo de Google 	<p>Descriptivo</p> <p>Cuantitativo</p>
<p>ESPECÍFICOS - ¿Cómo es el manejo actual de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno? - ¿Cuál es el nivel de conocimiento del personal de los consultorios dentales sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos? - ¿Cuáles son las tecnologías de manejo más viables para optimizar la gestión de residuos?</p>	<p>ESPECÍFICOS - El manejo actual de los residuos sólidos en los consultorios dentales de la ciudad de Puno es deficiente. - El nivel de conocimiento del personal en los consultorios dentales sobre el manejo adecuado de residuos es bajo. - La tecnología de manejo como solución técnica y viable para mejorar el manejo de residuos es un relleno sanitario.</p>	<p>ESPECÍFICOS - Analizar el manejo actual de los residuos sólidos generados en los consultorios dentales de la ciudad de Puno. - Determinar el nivel de conocimiento del personal de los consultorios dentales sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos. - Elaborar una tecnología de manejo para la mejora de la gestión de residuos sólidos.</p>			

Anexo 02: Listado de los establecimientos comerciales - consultorios dentales con licencia en la ciudad de Puno

	<p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO SECRETARIA GENERAL "Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"</p>
<p>ACCESO A LA INFORMACION PÚBLICA</p>	
<p>Puno, 10 de enero de 2025.</p>	
<p><u>CARTA N° 022- 2025-MPP/SG</u></p>	
<p>Señor(a): PERCY EDWIN SOTOMAYOR ALZAMORA ASUNTO: Atención a solicitud REF. : Expediente Solicitud N°202400059835</p>	
<p>Me dirijo a usted, en atención a su solicitud que se encuentra enmarcada en el Decreto Supremo N°043-2003-PCM Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información como es el caso presentado, para manifestarle que se le proporciona la siguiente documentación:</p>	
<p>1. Copia SIMPLE de Hoja de Coordinación N°013-2025-MPP/GTDE-5GAE, a folios 04.</p>	
<p>Existiendo la obligación de pagar el costo de la producción de la información solicitada mediante escrito, que consta (04) copias; por lo que tendrá que pagar en caja de la Municipalidad Provincial de Puno, el costo total es de S/0.40 (CUARENTA CENTIMOS) para que se le haga entrega de la información solicitada.</p>	
<p>Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle un cordial saludo.</p>	
<p>Atentamente,</p>	
<p> MUNICIPALIDAD PROVINCIAL PUNO Luzmila Cárdenas Torres Chieca SECRETARIA GENERAL</p>	
<p> Firma de conformidad DNI N° 01341235</p>	<p>CONSTANCIA DE ENTREGA DE INFORMACION Mediante el presente, hago constar que recibí la información solicitada, por lo que procedo a firmar, para dar fe de lo manifestado</p>

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	RAZON SOCIAL	GIRO Y/O ACTIVIDAD ECONOMICA	DIRECCION	NUMERO
01	Joe Encinas Torrès		Consultorio Dental	Jr. Tacna 1023	1023
02	Tuco Ramirez Frecia Roxana		Consultorio Dental	Jr. Arequipa	345 Oficina 202
03	Condori Onofre Franklin Fredy		Consultorio Dental	Jr. Tacna	223
04	Mamani Gallegos Norma EDITH		Consultorio Dental	Av. El Sol	973
05	Mamani Gallegos Luz Nelida		Consultorio Dental	Jr. Lambayeque	288-A
06	Alejo Huarachi Madeline Rosario		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1095
07	Olarte Huaman Jael Verónica		Consultorio Dental	Jr. Lima	208 Of. 7-11
08	Tintayo Guerra Abel Angel		Consultorio Dental	Jr. Tacna 2Piso	248
09	Marylin Ivone Barra Maldonado		Consultorio Dental	Jr. Fermin Arbulú	165
10	Vilma Mamani Cori		Consultorio Dental	Av. Laykakota	178
11	Gianinne Milagros Flores Navarro		Consultorio Dental	Jr. Moquegua	185 2do. Piso
12	Edith Milagros Quispe Flores		Consultorio Dental	Jr. Libertad	440
13	Remedios Elia Mamani Visa		Consultorio Dental	Jr. Tacna	230 2do. Piso
14	Nathaly Milagros Ramirez Masias		Consultorio Dental	Jr. Arequipa	943
15	Jhonny Steve Gutierrez Quispe		Consultorio Dental	Jr. Arequipa	163
16	Norma Edith Mamani Gallegos		Consultorio Dental	Av. El Sol	967-B
17	Norma Edith Mamani Gallegos		Consultorio Dental	Av. El Sol	918
18	Marco Antonio Zambrano Macedo		Consultorio Dental	Jr. Lima	143
19	Abel Angel Tintaya Guerra		Consultorio Dental	Jr. Puno	379
20	Javier Willy Carpio Velarde		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1097
21	Angelica Ccama Centeno		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1077
22	Emiliana Ramos Mamani		Consultorio Dental	Jr. Lampa Esq. Av. Simon Bolívar	508
23	Gumercindo Tipula Mamani		Consultorio Dental	Pasaje Atta Jr. Moquegua	150
24	Hernan Leonidas Quispe Castillo		Consultorio Dental	Jr. Deustua	143
25	Fernando Zavala Banegas		Consultorio Dental	Jr. Tacna	988
26	Carol Yanina Heredia caceres		Consultorio Dental	Jr. Tacna	998
27	Javier Willy Carpio Velarde		Consultorio Dental	Jr. Echenique	112
28	Maritza Justo Enrique		Consultorio Dental	Jr. Lampa	113
29	Elizabeth Monroy Atencio		Consultorio Dental	Jr. Tacna	937
30	Lenha Maritza Palomino Ruelas		Consultorio Dental	Jr. Conde de Lemus	129
31	Erick Alexander Cayo Calsin		Consultorio Dental	Av. El Sol	1560
32	Luis Enrique Laura Chura		Consultorio Dental	Jr. Arequipa	1276
33	Maritza Giovana Angles Olaguivel		Consultorio Dental	Av. El Sol	151 2do. Piso
34	Justo Pastor Huarahuara Llanos		Consultorio Dental	Jr. Jose Antonio Encinas	106
35	Johana Diana Melo Figueroa		Consultorio Dental	Jr. Melgar	243
36	Norma Edith Mamani Gallegos	Dental Dentis E.I.R.L.	Consultorio Dental y Afines	Av. El Sol	918
37	Eduardo Gonzalo Cahuaya Aviles		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1075
38	Cesar Augusto Monzon Leon		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1023
39	Windy Luciel Nina Segovia		Consultorio Dental "Centro Odor"	Jr. Tacna	1007
40	Juan David Calsina Quispe		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1030
41	Windy Luciel Nina Segovia		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1007
42	Luis Hernan Mamani Calderon		Consultorio Dental	Jr.- Tacna	965-b
43	Ludwing Andres Perez Choquepata		Consultorio Dental	Jr. Tacna	238
44	Luis Alberto Condori Perez		Consultorio Dental	Jr. Arequipa	1197
45	Andrea Katiaska Alata Marcavillaca		Consultorio Dental	Jr. Tacna	1002
46	Henry Leonardo Tico Velasquez		Consultorio Dental	Jr. Lima Camino Real 2do. Piso	208
47	Nayhsa Sharon Villanueva Alvaro		Consultorio Dental	Jr. Tacna	969
48	Efrain Bedregal Gonzales		Consultorio Dental	Jr. Puno	107 2do. Piso
49	UBALDO MAMANI CCUNO		CONSULTORIO DENTAL " KALAS	AV. EL SOL	485-B
50	CARLOS SALVADOR CARDENAS ROIAS		CONSULTORIO DENTAL "ODONT	JR. DEZA	690
51	SANDY SALAS SUCATICONA		CONSULTORIO DENTAL "DENT SA	JR. TACNA	1097/2DO. PISO
52	JOHNNY MAMANI ASCENCIO		CONSULTORIO DENTAL "INNOVA	AV. EL SOL	830
53	EDITH VALERIA CHAMBI ALCA		CONSULTORIO DENTAL "DENTAL	JR. AREQUIPA	1194
54	EDWIN HUMPURI PACOMPIA		CONSULTORIO DENTAL " CLUB D	AV. LAYKAKOTA	109
55	EDY ALEX QUISPE PAREDES		CONSULTORIO DENTAL "MUELTA	JR. TACNA	1008
56	KARLA UGARTE PACHECO	DENTAL LEOBLANCO S.R.L.	CONSULTORIO DENTAL	JR. TACNA	1035
57	KARLA UGARTE PACHECO	DENTAL LEOBLANCO S.R.L.	CONSULTORIO DENTAL	JR. TACNA	1023
58	EDMAR ANGEL AGUILAR LAYVA		CONSULTORIO DENTAL "A&Z DEN	AV. EL SOL	1520
59	MAGALI QUISPE PACHO		CONSULTORIO DENTAL "DAVIDA"	AV. EL SOL	152/2DO. PISO
60	MOISES ALEX JARA APAZA		CONSULTORIO DENTAL "JARA"	AV. LAYKAKOTA	106
61	ALAN HENRY CCAMA CANAZA		CONSULTORIO DENTAL "DENTOI	JR. LAMPA	552-A
62	JORGE GUILLERMO FLORES CCALLA		CONSULTORIO DENTAL	JR. TACNA	1041
63	ALAN HENRY CCAMA CANAZA		CONSULTORIO DENTAL "DENTOI	JR. LAMPA	552-A
64	DELIA ESPERANZA MENDOZA MAMANI		CONSULTORIO DENTAL "MENDO	JR. TACNA	999
65	ELMER DAVID CANAZA MAMANI		CONSULTORIO DENTAL "CLINICA	JR. TACNA	965-B
66	BEATRIZ ESTHER LARICO CHURATA		CONSULTORIO DENTAL "CALIDAD	AV. LAYKAKOTA	103
67	JORGE CCAMA CHINO		CONSULTORIO DENTAL	JR. ECHENIQUE	111

68	EFRAIN BEGREGAL GONZALES	SPA ODONTOLOGICO B & B S.C.R.L.	CONSULTORIO DENTAL "SPA ODONTOLOGICO B & B S.C.R.L."	JR. LAMBAYEQUE	172 / 2DO. PISO
69	SIVELY LUZ MERCADO MAMANI DE	CLINICA ESPECIALIZADA DENTAL MERCADO	CONSULTORIO DENTAL "CLINICA ESPECIALIZADA DENTAL MERCADO"	JR. PARDO	511 / 2DO. PISO
70	NANCY BEATRIZ BORJAS ROA		CONSULTORIO DENTAL "PERIODONTOLOGIA"	JR. MARIANO H. CORNEJO	167
71	ISMAYR KINNER LAURA VEGA		CONSULTORIO DENTAL "VIVADENTAL"	AV. LAYKAKOTA	103
72	MARIO RAMOS MAMANI	ORAL CENTER MR E.I.R.L.	CONSULTORIO DENTAL "ORAL CENTER MR E.I.R.L."	AV. SIMÓN BOLÍVAR	214
73	EVELYN GHANDY CHAÍÑA SANDOVAL		CONSULTORIO DENTAL "GOLDEN DENTAL"	JR. LAMPA	224
74	SARAVIA APAZA DINA YENY		ATENCION ODONTOESTOMATOLOGICA	JR. LEONCIO PRADO	111
75	CHIPANA HUAMAN KATHERYNE		CONSULTORIO DENTAL "MI DENTAL"	JR. ACORA	129
76	ANTALLACA NOA NURY VANEZA		CONSULTORIO DENTAL "ANTALLACA"	JR. 29 DE JUNIO	152
77	RAMOS PARICAHUA ELIAZAR		CONSULTORIO DENTAL "TIVONIC"	AV. FLORAL	379
78	COLQUE YANAPA NOEMI		CONSULTORIO DENTAL - ANTENOR	JR. ACORA	109
79	APAZA MAMANI MARIELA KATIA		CONSULTORIO DENTAL "NATURAS"	JR. ECHENIQUE	125
80	MAMANI CANQUI KELLY MERIDA		CONSULTORIO DENTAL "CANQUI"	JR. ECHENIQUE	122
81	PINEDA ZAMBRANA DAYLANA LENKA		CONSULTORIO DENTAL "A Y D SA"	JR. ZELA	217
82	AÑAZCO MOLINA RONALD FRANK		CONSULTORIO DENTAL "AÑAZCO"	JR. TACNA	1023
83	CALSIN CHURATA YONY AMERICO		CONSULTORIO DENTAL "CALSIN"	JR. TACNA	998
84	BORJAS ROA NANCY BEATRIZ	NRB CORP E.I.R.L.	CONSULTORIO DENTAL "NRB CORP E.I.R.L."	JR. MARIANO H. CORNEJO	167
85	ATAYUPANQUI NINA AUGUSTO FERNANDO		CONSULTORIO DENTAL "ATA"	JR. TACNA	1079
86	PAUCAR PANCCA ALEXANDER	SOCIAEDAD DE ORTODONCIA Y ORTOPEdia	CONSULTORIO DENTAL "PAUCAR PANCCA"	JR. MOQUEGUA	185-2DO PISO
87	COAQUIRA ESCARCENA FREDY JESUS		CONSULTORIO DENTAL "MIL SOMER"	JOSE ANTONIO ENCINAS	103
88	ROSALES GALLEGOS ALEX SANDER		CONSULTORIO DENTAL "ROSALES"	JR. TACNA	997



Anexo 03: Cuestionario

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS - PUNO
CUESTIONARIO - NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL MANEJO DE RESIDUOS
CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS

PUNTAJE: _____ NIVEL DE EFICIENCIA: _____


CÓDIGO: _____ FECHA: _____

DEFICIENTE: 0 - 8 puntos POCO EFICIENTE: 9 - 18 EFICIENTE: 19 – 22

Indicadores	Ítems	Escala de valoración	
		SI	NO
Clasificación de residuos sólidos	¿Cuenta con recipientes con colores adecuados para cada tipo de residuo sólido (rojo, negro y amarillo)? (3 puntos)		
	¿Cuenta con recipientes adecuados para material punzocortante? (3 puntos)		
Áreas y depósitos	¿Utilizan contenedores adecuados y debidamente etiquetados para el almacenamiento de los residuos? (3 puntos)		
Áreas y depósitos	¿Existen áreas especiales destinadas para el almacenamiento de los residuos? (2 puntos)		
Recolección interna	¿Cuenta con depósitos de tamaño adecuado para los residuos sólidos? (2 puntos)		
Cuidado personal	¿Los trabajadores cuentan con indumentaria adecuada para el buen manejo de residuos sólidos? (3 puntos)		
Cuidado del personal	¿El personal está capacitado para realizar la segregación adecuada de los residuos? (3 puntos)		
Disposición Final	¿Desechan los residuos en un recolector especializado? (3 puntos)		

Generación de Residuos Sólidos	Residuos Comunes	Residuos Biocontaminados	Residuos Especiales	Total Generado Kg.
Por día				
Por Semana				

Anexo 04: Validación de instrumento



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del experto: Mamani Arpasi, Yesica Magnolia.....

1.2 Grado académico: Doctora en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.....

1.3 Título de la Investigación: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025.....

1.4 Denominación del instrumento: CUESTIONARIO - NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS - CONSULTORIOS DENTALES.....

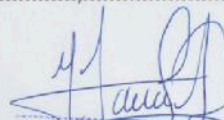
INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/ CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables medibles.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.				X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.				X	
8. COHERENCIA	Entre los Índices, indicadores, dimensiones y variables				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					X
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
SUB TOTAL					15	20
TOTAL						35



VALORACIÓN

Deficiente ()	Regular ()	Bueno ()	Muy Bueno ()	Excelente (X)
0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 32	33 - 40

Lugar y fecha: Puno 4 de octubre 2024



YESICA MAGNOLIA MAMANI TRASA
INGENIERA AGRÓNOMA
CIP. N° 81733

Firma del experto

Nombre: Yesica Magnolia Mamani Trasa

DNI: 01342864



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Gutiérrez Castillo, Sergio Paúl.....
- 1.2 Grado académico: Doctor en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.....
- 1.3 Título de la Investigación: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025.....
- 1.4 Denominación del instrumento: CUESTIONARIO - NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS - CONSULTORIOS DENTALES.....

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/ CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables medibles.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					X
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.				X	
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
SUB TOTAL					18	16
TOTAL						34



VALORACIÓN

Deficiente ()	Regular ()	Bueno ()	Muy Bueno ()	Excelente (x)
0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 32	33 - 40

Lugar y fecha: Puno 4 de Octubre 2021



Dr. Sergio P. Cortés Castillo
BIÓLOGO
RUP. 11121

Firma del experto

Nombre: Sergio P. Cortés Castillo

DNI: 70022564



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del experto: Calderón Montalico, Alcides Hector.....

1.2 Grado académico: M. Sc. Ingeniería Ambiental.....

1.3 Título de la Investigación: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSULTORIOS DENTALES Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN LA CIUDAD DE PUNO, 2025.....

1.4 Denominación del instrumento: CUESTIONARIO - NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS - CONSULTORIOS DENTALES.....

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/ CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables medibles.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.				X	
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					X
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X
SUB TOTAL					12	24
TOTAL						36



VALORACIÓN

Deficiente ()	Regular ()	Bueno ()	Muy Bueno ()	Excelente (X)
0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 32	33 - 40

Lugar y fecha: PUNO 3-10-2024



Mg. Alcides Huanca Calero Morales
DOCENTE
CIP-152023
Firma del experto

Nombre:

DNI: 43123778

Anexo 05: Fotografías de la encuesta



Figura I. Odontóloga llenando la encuesta



Figura II. Odontólogo llenando la encuesta



Figura III. Odontóloga llenando la encuesta



Figura IV. Proceso realizando la entrevista al personal del consultorio dental

Anexo 06: Fotografías de los lugares de las áreas óptimas para la ubicación del relleno sanitario



Figura A. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura B. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura C. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura D. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura E. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura F. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura G. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario



Figura H. Posible lugar para la ubicación del relleno sanitario