

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS:

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE ACORA,
PUNO - 2023**

PRESENTADA POR:

HENRY ARHUATA PERAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



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



14.81%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 8 JAN 2024, 12:30 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
1.93%

● CHANGED TEXT
12.87%

Report #19287191

HENRYARHUATA PERAZA PROPUESTA DE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE ACORA, PUNO - 2023

RESUMEN El distrito de Acora, no cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos; por ende, los pobladores la depositan en lugares inadecuados, botaderos improvisados provocando la contaminación del ambiente, presencia de vectores atentando contra su salud y, bienestar; ante ello se planteó el objetivo de proponer un diseño de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023. Para ello se realizó el diagnóstico del estado actual del manejo de residuos sólidos realizado por la municipalidad distrital, y consecutivamente determinar la generación per cápita (GPC), composición física y densidad de residuos sólidos, aplicando los procedimientos estipulados en la guía de caracterización de residuos sólidos MINAM (2019), para dimensionar un relleno sanitario para la adecuada disposición final de los residuos sólidos, proponiendo su ubicación en el sector "Apacheta" de la comunidad Comitiri; aplicando los cálculos matemáticos de ingeniería de acuerdo a la generación de residuos para un periodo de vida útil de 10 años en base a la línea base e índice de crecimiento poblacional. realizados los procedimientos en cumplimiento de los objetivos se arribó a los siguientes resultados: GPC de 0.31kg/hab/día, con una densidad de 79.31kg/m³, mientras que la

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE ACORA,
PUNO - 2023

PRESENTADA POR:

HENRY ARHUATA PERAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

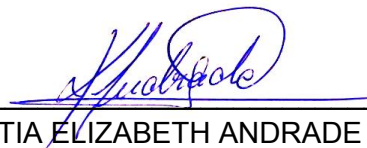
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Dr. ANGEL AMADOR MELENDEZ HUISA


PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 11 de enero del 2024.

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis está dedicado a Dios por permitir lograr mis metas y propósitos y a mis padres Percy Angel Arhuata Quispe y a mi adorada madre Olga Peraza Ramos, quienes me brindaron el apoyo moral y material desde mi nacimiento y durante el transcurso de mi carrera profesional, quienes siempre me apoyan y orientan a cumplir mis metas.

HENRY ARHUATA PERAZA

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios y por guiar mi camino en este trayecto de la vida.
- Agradezco a mis padres por darme la vida, con todo su apoyo y motivación quienes me inculcaron buenos valores.
- A la Universidad Privada San Carlos - Puno, y principalmente a la Facultad de Ingeniería Ambiental, por acogerme como mi segundo hogar durante mi formación académica.
- Agradezco a todos mis docentes de la Facultad de Ingeniería Ambiental quienes me brindaron los conocimientos y experiencias durante mi vida universitaria.
- Asimismo, agradecer a mi asesor de tesis M.Sc. Julio Wilfredo Cano Ojeda por su compromiso y con su guía he podido concluir este trabajo de investigación.

HENRY ARHUATA PERAZA

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. Problema general	15
1.1.2. Problemas específicos	15
1.2 JUSTIFICACIÓN	15
1.3. ANTECEDENTES	16
1.3.1. A nivel internacional	16
1.3.2. A nivel nacional	17
1.3.3. A nivel local	18
1.4. OBJETIVOS	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	21
---------------------------------------	-----------

2.1.1. Residuos sólidos	21
2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos	21
2.1.3. Diagnóstico del manejo de residuos sólidos	22
2.1.4. Relleno sanitario	23
2.1.5. Relleno sanitario manual	23
2.1.6. Dimensionamiento del Relleno Sanitario manual	24
2.2. MARCO CONCEPTUAL	26
2.3. MARCO NORMATIVO	27
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.4.1. Hipótesis general	28
2.4.2. Hipótesis específicas	28
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	29
3.2.1. Población	29
3.2.2. Muestra	30
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	30
3.3.1. Tipo de investigación	30
3.3.2. Diseño de investigación	30
3.3.3. Método	31
3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.3.5. Operacionalización de variables	32
3.3.6. Procedimiento metodológico	32
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO	41

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS

SÓLIDOS DOMICILIARIOS GENERADOS EN EL DISTRITO DE ACORA.	42
4.1.1. Generación	42
4.1.2. Almacenamiento	42
4.1.3. Barrido de calles y espacios públicos	43
4.1.4. Recolección y transporte	44
4.1.5. Disposición final	45
4.2. DETERMINAR LA GENERACIÓN PER CÁPITA, COMPOSICIÓN Y DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE ACORA	45
4.2.1. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios	46
4.2.1.1. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios	46
4.2.1.2. Composición de residuos sólidos domiciliarios	50
4.2.1.3. Densidad de residuos sólidos domiciliarios	52
4.2.2. Caracterización de residuos sólidos no domiciliarios	53
4.2.2.1. Generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios	53
4.2.2.2. Composición de residuos sólidos no domiciliarios	54
4.2.2.3. Densidad de residuos sólidos no domiciliarios	56
4.2.3. Resultados generales de la caracterización	57
4.2.3.1. Generación per cápita total de residuos sólidos municipales	57
4.2.3.2. Composición total de residuos sólidos municipales	58
4.2.3.3. Densidad total de residuos sólidos municipales	60
4.3. DIMENSIONAR UN RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL DISTRITO DE ACORA	60
4.3.1. Dimensionamiento del relleno sanitario	60
4.3.2. Método de relleno sanitario	67
4.3.3. Resumen de datos del dimensionamiento del relleno sanitario manual	71
4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	72
4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
CONCLUSIONES	76

RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Operacionalización de variables	32
Tabla 02: Distribución de contenedores en la ciudad de Acora	43
Tabla 03: Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora.	47
Tabla 04: Composición de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora.	51
Tabla 05: Densidad de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora	53
Tabla 06: Generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora.	54
Tabla 07: Composición de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora	55
Tabla 08: Densidad de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora	57
Tabla 09: Generación per cápita total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora	57
Tabla 10: Composición total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora.	58
Tabla 11: Densidad total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora.	60
Tabla 12: Estimación del volumen y el área requerida del terreno para el relleno sanitario de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Acora.	64
Tabla 13: Estimación del volumen y el área requerida del terreno para el relleno sanitario de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Acora.	65
Tabla 14: Estimación del número de zanjas al año 2033 para el relleno sanitario de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Acora.	69
Tabla 15: Estimación del número de zanjas al año 2033 para el relleno sanitario de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Acora.	70
Tabla 16: Resumen de datos del dimensionamiento del relleno sanitario manual.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de la zona en estudio.	29
Figura 02: Disposición final de los residuos sólidos en el suelo, sin presencia de un impermeabilizante.	88
Figura 03: Disposición de residuos en zonas aledañas al distrito de Acora.	89
Figura 04: Padronamiento de participantes del estudio de caracterización de residuos sólidos.	90
Figura 05: Capacitación a los participantes del estudio de caracterización sobre la segregación de residuos sólidos.	91
Figura 06: Capacitación al personal de limpieza de la municipalidad sobre el estudio de caracterización de residuos sólidos.	91
Figura 07: Entrega de bolsas plásticas para la segregación de los residuos sólidos.	91
Figura 08: Recolección de residuos sólidos de los establecimientos participantes.	93
Figura 09: Zona de acopio de los residuos sólidos recolectados.	93
Figura 10: Pesaje de los residuos sólidos recolectados para la determinación de la generación per cápita.	94
Figura 11: Preparación del recipiente para la determinación de la densidad de los residuos sólidos recolectados.	95
Figura 12: Pesaje de los residuos sólidos recolectados para la determinación de la densidad.	96
Figura 13: Pesaje de los residuos sólidos recolectados para la determinación de la composición.	97

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia PROPUESTA DE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE ACORA, PUNO - 2023.	83
Anexo 02: Volante informativo para la caracterización de residuos sólidos.	84
Anexo 03: Propuesta del relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos.	86
Anexo 04: Panel fotográfico de la disposición final de residuos sólidos del distrito de Acora.	88
Anexo 05: Panel fotográfico de la caracterización de residuos sólidos del distrito de Acora.	90

RESUMEN

El distrito de Acora, no cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos; por ende, los pobladores la depositan en lugares inadecuados, botaderos improvisados provocando la contaminación del ambiente, presencia de vectores atentando contra su salud y bienestar; ante ello se planteó el objetivo de proponer un diseño de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023. Para ello se realizó el diagnóstico del estado actual del manejo de residuos sólidos realizado por la municipalidad distrital, y consecutivamente determinar la generación per cápita (GPC), composición física y densidad de residuos sólidos, aplicando los procedimientos estipulados en la guía de caracterización de residuos sólidos MINAM (2019), para dimensionar un relleno sanitario para la adecuada disposición final de los residuos sólidos, proponiendo su ubicación en el sector "Apacheta" de la comunidad Comitiri; aplicando los cálculos matemáticos de ingeniería de acuerdo a la generación de residuos para un periodo de vida útil de 10 años en base a la línea base e índice de crecimiento poblacional. realizados los procedimientos en cumplimiento de los objetivos se arribó a los siguientes resultados: GPC de 0.31kg/hab/día, con una densidad de 79.31kg/m³, mientras que la GPC de residuos no domiciliarios es de 25.64kg/establecimiento/día, con una densidad de 79.31kg/m³, y una composición física de residuos sólidos municipales de 40.60% orgánicos, 26.79% inorgánicos y 33.48% no aprovechables; proyectando un relleno sanitario manual al año 2033 de tipo zanja, con capacidad de 31426.5m³; en un área de 6809.077m²; con dimensiones por cada zanja de (3m de profundidad; 6 metros de ancho y 19.51m de largo); requiriendo 48 zanjas. Concluyendo que la implementación del relleno sanitario garantizará la disposición final adecuada de los residuos sólidos generados en el distrito mitigando la contaminación ambiental y salud de la población.

Palabras Clave: Generación per cápita, Composición, Densidad, Dimensionamiento, Relleno sanitario.

ABSTRACT

The district of Acora does not have a sanitary landfill for the final disposal of solid waste; therefore, the inhabitants deposit it in inadequate places, improvised dumps causing environmental pollution, presence of vectors threatening their health and welfare; therefore, the objective was to propose a design of a sanitary landfill for the final disposal of solid waste generated in the district of Acora, Puno - 2023. For this purpose, a diagnosis of the current state of solid waste management carried out by the district municipality was made, and consecutively determine the per capita generation (GPC), physical composition and density of solid waste, applying the procedures stipulated in the MINAM solid waste characterization guide (2019), to size a sanitary landfill for the proper final disposal of solid waste, proposing its location in the "Apacheta" sector of the Comitiri community; applying mathematical engineering calculations according to the generation of waste for a 10-year life span based on the baseline and population growth rate. The procedures carried out in compliance with the objectives led to the following results: GPC of 0.31kg/hab/day, with a density of 79.31kg/m³, while the GPC of non-domestic waste is 25.64kg/inhab/establishment/day, with a density of 79.31kg/m³, and a physical composition of municipal solid waste of 40.60% organic, 26.79% inorganic and 33.48% non-usable; projecting a sanitary landfill manul to the year 2033 of trench type, with a capacity of 31426.5m³; in an area of 6809.077m²; with dimensions for each trench of (3m deep; 6 meters wide and 19.51m long); requiring 48 trenches. In conclusion, the implementation of the sanitary landfill will guarantee the adequate final disposal of solid waste generated in the district, mitigating environmental contamination and the health of the population.

Keywords: Per capita generation, Composition, Density, Sizing, Landfill.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los principales problemas que afectan la calidad de vida de las personas en todo el mundo es la correcta disposición de los residuos sólidos, que influye en daños sociales, económicos, sanitarios y ambientales (Arocutipa, 2022), Esto se agrava por nuestras prácticas descuidadas de consumo y disposición final, que son consecuencia de la basura que producimos a diario por todas nuestras actividades en el hogar, en el trabajo, en los espacios de estudio, en las áreas recreativas, entre otros lugares (Paredes, 2018).

Al igual que muchas otras naciones, Perú enfrenta dificultades para gestionar sus residuos sólidos urbanos como resultado de las cambiantes condiciones ambientales provocadas por un creciente número de personas que viven en ciudades metropolitanas densamente pobladas (MINAM, 2015). Actualmente se calcula que en el país se producen diariamente unas 22.475 toneladas de este tipo de basura, de las que sólo el 17% se deposita en vertederos sanitarios. Como resultado, es previsible que el 83% acabe en lugares inadecuados que perjudican tanto al medio ambiente como a la salud humana. (MINAM, 2018).

En el departamento de Puno, en especial el distrito de Acora, la disposición final de residuos sólidos se torna grave debido a que el poblador desconoce el tema de segregación, permitiendo que se sigan evacuando los residuos sólidos domiciliarios de una forma no adecuada, desconociendo el problema que se genera en la salud, seguridad, ambientales y legales (Tejada, 2018). El siguiente eslabón lo constituye la municipalidad al no impulsar programas alternativos de Manejo de Residuos Sólidos y disposición adecuada de los residuos sólidos (Tandazo & Toledo, 2022). Para evitar estos inconvenientes, es necesario llevar a cabo una gestión adecuada de los residuos sólidos. El volumen y la superficie necesarios para un vertedero sanitario deben calcularse de manera que los demás componentes puedan diseñarse en consecuencia. Por último, los

residuos sólidos deben contenerse utilizando principios de ingeniería para mantenerlos lo más pequeños posible, cubrirlos con capas de tierra todos los días y compactarlos para minimizar su volumen. Esto garantizará que los residuos no pongan en peligro la salud y la seguridad públicas ni dañen el medio ambiente durante o después de su funcionamiento (Arocutipa, 2022).

En ese contexto se plantea el desarrollo del presente trabajo de de investigación titulado “Propuesta de diseño de un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos del distrito de Acora, Puno - 2023”; Para ello se recopiló información de artículos científicos, libros, páginas webs, tesis, entre otros para el desarrollo de este estudio.

El trabajo de investigación está constituido por cuatro capítulos, que a continuación se mencionan; el capítulo I, planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación. Capítulo II, detalla el marco teórico, marco conceptual, marco normativo e hipótesis de la investigación, La metodología de la investigación se aborda en el Capítulo III e incluye información sobre la población y la muestra, los procesos, el tratamiento de datos, las metodologías y las herramientas. En el Capítulo IV se presentan los resultados del estudio junto con la discusión correspondiente. Por último, las conclusiones y sugerencias de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Vale precisar que el crecimiento de la humanidad a nivel del globo terráqueo ha causado que se originen enormes cantidades de residuos sólidos siendo una inquietud que requiere la debida atención (Arevalo & Panta, 2020); Según las previsiones del Banco Mundial (2016), prevé que al año 2025 se intensificará en un 70% los residuos de las ciudades, generando un cambio en la salud y clima. Así mismo la FAO (2016), afirma que las zonas sin una gestión eficiente de los residuos sólidos "no residirán en un hábitat sostenible ni en ciudades con encanto", lo que provocaría cambios en la ecología y expondría a los lugareños a enfermedades que podrían ser mortales.

Así mismo en Perú una de las enormes dificultades es el manejo de los residuos sólidos "RR.SS."; todo ello a razón de la expansión de la población entre otros; han producido grandes cantidades de RR.SS. municipales como consecuencia del mal comportamiento del consumidor y otros factores, y muchos distritos peruanos carecen de la infraestructura necesaria para la disposición final de los residuos sólidos, originando la alteración ambiental del suelo, el agua y el aire (Tejada, 2018).

Por lo tanto, los rellenos sanitarios son esenciales para el manejo de los residuos sólidos, el cual es el método más utilizado debido a que es económico en comparación con otras técnicas de disposición y disminuye el riesgo de contaminación al apearse a normas ambientales en su diseño, construcción, operación y control (Toruño & Lopez, 2017);

además, ayuda a la reducción de los volúmenes masivos de residuos sólidos generados por la población y elimina problemas de biota, salubridad y efectos perjudiciales en el ecosistema (Tandazo & Toledo, 2022).

El distrito de Acora; de la provincia de Puno, no cuenta con un relleno sanitario; para disponer los residuos sólidos los pobladores lo realizan en lugares inadecuados formando botaderos informales al aire libre; los cuales vienen provocando malos olores causando la atracción de vectores y focos de diseminación de patógenos atentando contra la salud de los moradores de las zonas circundantes al botadero, mermando sus condiciones de vida; Además tal situación está ocasionando el deterioro de la calidad sanitaria y ambiental (suelo, aire, y agua); ahondando el problema ya que los RR.SS. son depositados en los senderos, en los contornos de la zona urbana del distrito; entre otras zonas por lo que es de prioridad que el distrito cuente con un relleno sanitario, por lo cual el presente proyecto constituye una alternativa para que las autoridades lo tomen en consideración para resolver el problema.

1.1.1. Problema general

¿En qué medida es viable una propuesta de diseño de un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023?

1.1.2. Problemas específicos

- ❖ ¿Cómo es el estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora?
- ❖ ¿Cómo es la caracterización de los residuos sólidos en el distrito de Acora?
- ❖ ¿Es factible realizar una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este estudio presenta una **justificación social** a razón de que las personas del distrito de Acora gozarán de buena salud ya que un relleno sanitario garantizará que los desechos producidos puedan tener un lugar determinado para su atención y confinamiento, consintiendo que la salubridad y el medio ambiente de la población circundante,

permanezcan en buen estado con escenarios idóneas para la vivencia.

Además también presenta una **justificación económica**; a razón de que el diseño de un relleno sanitario, su implementación en la zona en estudio generará ingresos a la población por medio de la ejecución de la economía sostenible o sea, efectuar las 5 R: reducir, reutilizar reparar recuperar y reciclar los RR.SS.; además el diseño propuesto de un relleno sanitario es una opción viable en el aspecto económico; debido a la sostenibilidad; y por otro lado se evitará gastos a las personas que fueron perjudicadas por la inapropiada disposición de los residuos sólidos; y con ello reduciendo enormemente la contaminación de los ecosistemas.

Y finalmente presenta una **justificación ambiental**; por que actualmente en el distrito de Acora no presenta un adecuado manejo, tratamiento y confinamiento de los residuos sólidos municipales, lo que ocasiona impactos ambientales adversos por el hecho de que los residuos son dispuestos en un vertedero informal; por ello un relleno sanitario con respecto a la calidad del aire, del agua y del suelo, la mejora como resultado del diseño y consecuente construcción de una infraestructura para confinar los residuos del distrito antes mencionado.

1.3. ANTECEDENTES

1.3.1. A nivel internacional

Ordoñez & Reyes (2022), desarrollaron el trabajo de investigación con el propósito de “Trazar un relleno sanitario para residuos sólidos “RR.SS” no peligrosos suscitados por el cantón La Maná-Cotopaxi”; siendo la metodología en base a los datos del PDOT 2021, para calcular la PPC, volumen de origen de RR.SS. no peligrosos, espacio de la infraestructura; resultando que el área exigida para los 25 años es de 31,57ha. Con un volumen de acopio de 105116.25m², concluyendo que el R.S. garantizara la apropiada disposición de los RR.SS. municipales.

Pullay & Andrade (2022), efectuaron el artículo científico, con la finalidad de “Diseñar a nivel de factibilidad un relleno sanitario para confinar los residuos sólidos no peligrosos del Cantón Pallatanga”. En lo metodológico; se escogió el método de Zanja; estimando la

producción per cápita de residuos sólidos; para efectuar la proyección y con ello estimar el área y volumen requerido por el relleno sanitario; siendo resultante una población de 15763 habitantes teniendo una proyección futura de 17409 habitantes para una vida útil de 10 años, usando las normas establecidas en el país se determinó una PPC de 0.49kg/hab/día; con un área de depósito de 1.22ha. Concluyendo que el diseño es factible para ser ejecutado.

Toruño & Lopez (2017), realizaon el artículo científico con el fin de diseñar un relleno sanitario que consienta acumular los residuos sólidos que produce los pobladores de Villa el Carmen, Samaria y Los Cedros del departamento de Managua-Nicaragua; siendo el método mediante el conocimiento del conjunto de residuos originados por dicho lugar para realizar la proyección y dimensionamiento del relleno sanitario, resultando una zona para el relleno sanitario de 18,361.6m²; con una PPC de 0.73Kg/hab/día; concluyendo que la adecuada disposición final de los RR.SS. permitirá el reciclaje y la producción del compost de los desechos.

1.3.2. A nivel nacional

Ricardo et al. (2021), llevaron a cabo el trabajo de investigación con la finalidad de “Valorar la basura aprovechable, para sugerir un plan de relleno sanitario para la ciudad del Tambo”; siendo el método por vía de la guía del MINAM. Los hallazgos de la evaluación conducen a confiar la opción 01, la cual presenta un tamaño de 6.61ha. y un perímetro de 1094m, con diez zanjas de 121,18m por 35m cada una con una altura de 4m. Concluyendo que estos desechos serán finalmente confinados adecuadamente.

Pereda & Vigo (2021), desarrollaron el trabajo de investigación con el fin de “diseñar un relleno sanitario para la localidad de Magdalena, Cajamarca”; siendo la metodología en acuerdo a la Guía del MINAM; Resultando como consecuencia, se creó un vertedero que tiene una capacidad diaria de hasta 6 toneladas de basura; el método de edificación empleado fue trinchera dependiendo de las características del suelo y topográficas. La celda o infraestructura de disposición final requerirá 2054,79m² y en sus 5 años de vida útil podrá almacenar 12398,78m³ de basura, con una superficie de 1.2ha; Concluyendo

que la disposición básica de la infraestructura se planificó teniendo en cuenta las zonas de operación y las zonas auxiliares del relleno sanitario.

Ruiz (2021), efectuó su estudio con el propósito de verificar si el diseño del relleno sanitario manual mejorará la gestión de residuos sólidos del distrito de Tintay, Apurímac, con método explicativo, no experimental-descriptivo. Como resultado, viven allí 2740 habitantes que producen 0,604kg por persona todos los días. El relleno sanitario se dimensionó para 10 años utilizando esta información, el vertedero deberá tener un tamaño mínimo de 2502,72m² (0.25ha), con unas dimensiones de 36m de ancho por 69,62m de largo y 9m de alto. Dado que la región es semiplana, el sitio del relleno sanitario es idóneo para el enfoque de área elegido, se estimó que el relleno sanitario mejorará la gestión integrada de RR.SS. de Tintay.

Yara (2020), aplicaron su estudio con el objetivo de disminuir la contaminación originada por la basura urbana en la comunidad de Morro Sama, crear un relleno sanitario basado en la categorización de RR.SS.; con la metodología de determinar el volumen, área, vida útil, GPC, peso y densidad de la basura generada, así como la identificación del material utilizado para cubrir la Aldea Morro Sama en la provincia de Tacna. Los hallazgos del estudio muestran que, con un volumen de diseño de 1602m³, el GPC de 0,493kg/persona/día. Según una previsión a 10 años, el relleno sanitario constará de 3 zanjas de RR.SS. ya que la GPC de basura es de 1,04kg/persona.

1.3.3. A nivel local

Arocutipa (2022), desarrolló el trabajo de investigación con el objetivo de “estimar el manejo y disposición final de los residuos sólidos originados en Huancané, para dimensionar un relleno sanitario”; el proceso de recolección de datos consiste en caracterizar los RSU de los domicilios para conocer la (GPC) y composición de la basura. Los hallazgos indican que el GPC es de 0,51kg por persona diaria, siendo los desechos orgánicos la mayor parte de esta basura para el año 2041, utilizando la técnica de trinchera, cubriendo un total de 40 trincheras con un volumen de 4078m² y 1328,19m² de área cada una, con una capacidad de confinamiento de 18.378,48m³ de residuos sólidos,

necesitando un área de 6.6187,06m². Concluyendo que los hallazgos del estudio indican que la gestión de RR.SS. de Huancané necesita mejoras; por ello, se deben practicar habilidades adecuadas de manejo de residuos sólidos para disminuir el peligro de contaminación en la localidad.

Inofuente (2022), realizó el trabajo de investigación con el fin de “Diseñar un diseño manual de gestión de residuos sólidos basado en los rellenos sanitarios”; siendo la metodología mediante la Guía del MINAM; resultando que en consecuencia, el relleno sanitario del caserío Uray Jallapisi, a 7 kilómetros de la ciudad de Azángaro, contará con 2.986,03m² el año 1 de operación y 38.248,62m² para los próximos diez años

Huacoto & Huarachi (2021), efectuaron el trabajo de investigación con el objetivo de “potenciar el confinamiento de los residuos sólidos, diseñando un relleno sanitario empleando geomembrana”, Se empleó como técnica el método científico, y se empleó un enfoque cuantitativo utilizando un diseño preexperimental a nivel descriptivo. Resultando con una PPC de 0.56kg por habitante por día y un acopio de residuos de 29,049.05Tn, con un volumen de 58,178.11m³, la población urbana de Acora tendrá 4,301 habitantes para el año 2021, la cual se proyecta tendrá una duración de 15 años con base en la razón de aumento de los habitantes de 0.51% según INEI (2017). Para ello se requerirá un área con una capacidad de 0.94ha para un relleno sanitario. Concluyendo que la geomembrana LLDPE de 2mm garantizará la impermeabilidad del suelo en toda el área de la zanja.

Quispe (2018), desarrolló el estudio con el fin de evaluar el diseño de la infraestructura de relleno sanitario para la localidad de Ocuvi, Se emplearon métodos de investigación descriptivos, correlativos, analíticos y explicativos. Los residentes de Ocuvi conformaron la población, Como consecuencia, los meses desde septiembre y octubre de 2018 lograron producir 0,54Tn/día, lo que equivale a 246m³ de residuos sólidos a compactar más un 20% de material de cobertura, En consecuencia, la utilidad de las celdas no incumbe a la vida útil de 5 años mencionada en el perfil del proyecto. Durante el estudio

se descubrió que el 72,5% del material son residuos a compactar y el 27,5 % es material a separar. La generación total de residuos a disponer es de 179m^3 más $20\%MC=214\text{m}^3/\text{año}$, y el material archivado es de $68,75\text{m}^3/\text{año}$ con una utilidad de 2,58 años.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Proponer un diseño de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar el estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora.
- ❖ Determinar la generación per cápita, composición y densidad de residuos sólidos en el distrito de Acora.
- ❖ Dimensionar un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. Residuos sólidos

Los residuos sólidos se describen como cualquier elemento que no tiene ningún valor económico o utilidad para el propietario y se convierte en un generador de residuos. También puede referirse a cualquier cosa, sustancia o elemento en forma sólida que es desechado, abandonado o rechazado (Samudio, 2018).

Según el DL N° 1278 (2017), “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, los residuos sólidos se refieren a cualquier cosa, material, sustancia o elemento que surge del consumo o uso de un bien o servicio y que su poseedor pretende desechar o tiene que desechar. Su gestión debe priorizar la valorización de los residuos y, en su caso, su disposición final.

En este entorno concreto, el medio ambiente, la ornamentación y la salud se están viendo afectados negativamente por la creciente cantidad de residuos producidos y la escasez de lugares controlados y gestionados para su eliminación final. El hecho de que haya recolectores de basura no oficiales que recuperan objetos para su posterior comercialización también tiene implicaciones sociales y económicas.

2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos

Existen varias clasificaciones para los residuos sólidos basadas en su origen, tipo y gestión; entre ellas se incluyen:

a) Clasificación de residuos por su origen

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de

categorías o agrupaciones que se pueden realizar. A continuación, se mencionan algunas categorías: (Paredes, 2018).

- Industriales.
- Domiciliarios, urbanos o municipales.
- Radiactivos.
- Hospitalarios o de Centros de Atención de Salud.
- De construcción.
- Agrícolas, ganaderos y forestales.
- Mineros. Portuarios.

b) Clasificación de residuos por su composición

- **Orgánicos-**. Son residuos biológicos (vegetales o animales) que, al descomponerse, liberan gases (como dióxido de carbono y metano) y lixiviados en los lugares de tratamiento y eliminación. Pueden ser utilizados como fertilizantes y mejoradores del suelo (compost, humus y estiércol, entre otros) con la preparación adecuada (Ramos, 2014).
- **Inorgánicos-**. Son residuos no biodegradables que provienen de fuentes industriales o minerales. Los procedimientos de reciclaje permiten su reutilización (Ramos, 2014).

2.1.3. Diagnóstico del manejo de residuos sólidos

Se requiere información amplia, confiable y actualizada para diagnosticar la gestión de residuos sólidos en un municipio en particular e identificar las posibilidades y alternativas disponibles para disminuir el efecto ambiental causado por los residuos sólidos urbanos. Es importante especificar qué información se puede recopilar localmente y cuándo se debe modificar la información de municipios similares porque, a menudo, la información no es accesible en la cantidad y calidad aceptables (Tello et al., 2018).

Se puede preparar un diagnóstico del estado de la gestión de los residuos sólidos municipales para identificar los problemas desde el punto de generación hasta el punto

de eliminación. Este proceso también facilita la planificación de acciones apropiadas entre los diversos sectores y actores involucrados en la gestión de residuos sólidos municipales (MINAM, 2015).

2.1.4. Relleno sanitario

La eliminación final de residuos sólidos en un vertedero es un método que utiliza principios de ingeniería para mantener los residuos lo más pequeños posible, cubrirlos con capas de tierra cada día y compactarlos para reducir su volumen. Este método no daña el medio ambiente durante ni después de su funcionamiento, ni causa molestias o peligro para la salud y la seguridad públicas. Además, se anticipa a los problemas que puedan surgir por los líquidos y gases generados por la descomposición de la materia orgánica en el vertedero (Fernandez, 2010).

2.1.5. Relleno sanitario manual

El relleno sanitario manual se ofrece como un sustituto práctico y rentable para comunidades con 40.000 habitantes o menos, tanto urbanas como rurales, así como para distritos periféricos de algunas ciudades con tasas de generación de basura inferiores a 20 toneladas diarias. De acuerdo con el progreso y la forma de vertido, en la técnica de operación manual sólo se necesita maquinaria pesada para crear caminos internos, cavar zanjas o retirar material de cobertura del emplazamiento. Dado que el resto del trabajo puede realizarse a mano, las poblaciones de bajos ingresos -que no pueden permitirse comprar y manejar maquinaria pesada de forma permanente pueden eliminar adecuadamente sus residuos y hacer uso de la mano de obra, que es relativamente barata en los países en desarrollo. Puede ser beneficioso utilizar el mismo vertedero manual para dos o más poblaciones si los costes de transporte lo permiten (Causa, 2019).

a) Ventajas

Arocutipá (2022), enumera las siguientes ventajas:

- ❖ Efectos negativos mínimos
- ❖ Bajos costes de funcionamiento y mantenimiento;

- ❖ Generación de empleo;
- ❖ Funcionamiento a corto plazo.

b) Desventajas

Sobre las desventajas del relleno sanitario manual, expone Arocutipa (2022).

- ❖ La oposición de la población a la construcción de vertederos hace que la adquisición de tierras sea el primer obstáculo para su construcción.
- ❖ Se producen fuertes asentamientos en los dos primeros años tras la finalización del vertedero, lo que dificulta el uso de la tierra;
- ❖ Puede surgir la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales cercanas si no se toman las precauciones adecuadas.

2.1.6. Dimensionamiento del Relleno Sanitario manual

Las siguientes son las características que, según Arocutipa (2022), se deben considerar al diseñar un relleno sanitario manual.

❖ Producción Per Cápita

La producción per cápita puede definirse como el peso de los desechos, expresado en kilos, multiplicado por la población diaria (Mendieta & Mendoza, 2019).

$GPC = (\text{Dia1} + \text{Dia2} + \text{Dia3} + \text{Dia4} + \text{Dia5} + \text{Dia6} + \text{Dia7}) / (\text{N}^\circ \text{ de habitantes} * 7 \text{ días})$.

❖ Producción Total

La relación entre población y PPC es la producción total generada. Este parámetro permite determinar el número de personal, la ruta, la frecuencia de recolección y el equipo con cierta capacidad y conjunto de características para una adecuada recolección de basura.

❖ Proyección de la población total

Con el fin de construir rellenos manuales, se predice la población futura de la región de investigación utilizando como referencia el censo de vivienda y población más reciente.

La creación de basura por residente se utiliza como dato para determinar la proyección de la producción total (MINAM, 2018).

❖ Volumen de residuos sólidos

Podemos calcular el volumen necesario diario y anual de basura compactada y estabilizada utilizando los criterios previamente especificados.

❖ **Material para Cobertura**

Para el desarrollo del relleno sanitario se debe contar con material de cobertura por sí mismo. Del veinte al veinticinco por ciento del volumen de basura ya compactada se multiplica por el volumen anual compactado con el material de cobertura (OPS/CEPIS, 2002).

❖ **Cálculo del área requerida**

Se debe calcular el volumen necesario para la construcción del relleno sanitario manual, junto con la profundidad y altura máxima del relleno, para estimar el área necesaria (MINAM, 2018).

El relleno sanitario manual debe proyectarse para una duración mínima de cinco años y máxima de diez. Por otro lado, ocasionalmente se puede tomar en cuenta una vida útil estimada menor a cinco años si no se encuentra un terreno adecuado para la construcción del relleno sanitario manual. Esta duración se denomina periodo de diseño o vida útil. La cantidad de espacio necesario para construir este tipo de vertedero viene determinada principalmente por aspectos como:

- Cantidad de residuos que hay que eliminar.
- Cantidad de contenido de la cubierta.
- Densidad de compactación de la basura municipal.
- Altura o profundidad del vertedero.
- Más espacios para proyectos relacionados.

$$ARS = VRS / hRS$$

Donde:

ARS = Área por rellenar sucesivamente (m²)

VRS = Volumen de relleno sanitario (m³/año)

hRS = Altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

Y el área total requerida será:

AT=F*ARS

Donde:

AT = Área total requerida (m²)

F = Factor de crecimiento en el espacio extra necesario para patios de maniobras, instalaciones sanitarias, portería, áreas de retiro a bordos, y caminos de penetración, etc. Esto representa el 20-40% del espacio vacío.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Caracterización de los residuos sólidos- Es la acción de determinar los atributos peculiares de los residuos sólidos, de modo que claramente se distinga de los demás, en el cual se obtienen datos tales como: cantidad, composición, entre otros., de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico (MINAM, 2018).

Diagnóstico- El diagnóstico es el proceso mediante el cual se llega a describir la situación y/o estado del objeto en estudio que puede tratarse de cualquier persona, animal, cosa y fenómeno, o de cualquier sistema para después realizar una acción a partir de los resultados del diagnóstico que se ha llevado a cabo (OPS/CEPIS, 2002).

Disposición final- Es la fase final del ciclo de vida de los residuos sólidos y comprende los procedimientos o acciones necesarias para manejar los residuos sólidos de manera duradera, higiénica y segura para el ambiente (MINAM, 2015).

Relleno sanitario- Se define como un método de ingeniería para disponer residuos sólidos en el suelo, de tal forma que proteja el ambiente; los rellenos sanitarios, a comparación de los botaderos, son sitios que han sido seleccionados en base a criterios para minimizar la contaminación al medio ambiente, su operación limita acceso a vectores de enfermedades, y los riesgos de la quema espontánea y la contaminación de agua y aire son minimizados (MINAM, 2018).

Residuos sólidos- Constituyen aquellos residuos excluidos después de su vida útil,

generalmente carecen de un valor económico, compuesto por aquellos materiales empleados en la producción de bienes; todos estos residuos, son aptos de aprovecharse con un previo reciclado (Arocutipa, 2022).

Residuos sólidos domiciliarios- Los residuos sólidos domiciliarios se definen como aquellos que son producidos por actividades que se desarrollan en las viviendas u otros establecimientos similares y son identificables por su naturaleza, contenido, cantidad y volumen (Arocutipa, 2022).

2.3. MARCO NORMATIVO

“Ley General del Ambiente, Ley N.º 2861”

Según el artículo 1, toda persona tiene derecho a crecer en un medio ambiente equilibrado y sano. Sin embargo, para preservar el entorno natural, promover la salud individual y comunitaria, y permitir el aprovechamiento sostenible dentro de la nación, las personas también deben contribuir con el ambiente a través de la buena gestión.

“Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N.º 27972”

La Ley N° 27972 tiene por objeto regular la autonomía, naturaleza, procedencia y otros aspectos de las municipalidades. Todas las municipalidades están obligadas a ordenar y fiscalizar la disposición final de los residuos sólidos dentro de su jurisdicción, según lo estipulado en el artículo 80 de esta legislación sobre saneamiento, salud y salubridad.

“Decreto Legislativo N.º 1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”

Sus objetivos son establecer los deberes, derechos, atribuciones y responsabilidades de toda la comunidad y garantizar que los residuos sólidos sean gestionados y manejados adecuadamente de acuerdo con los lineamientos de este decreto" El artículo 2 establece que la disposición final de la basura es la última opción para el manejo de los residuos sólidos y que debe hacerse de manera ambientalmente amigable".

Las formas de infraestructura para el manejo de residuos que se mencionan en el Capítulo 7, "Infraestructura para la Gestión y Manejo de Residuos Sólidos", incluyen

centros municipales de recolección de basura, plantas de valorización, plantas de transferencia e infraestructura de disposición final (Artículo 65).

Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado

El MINAM (Ministerio del Ambiente) propuso, en colaboración con instituciones especializadas en la Gestión Integral de Residuos Sólidos, la elaboración de una Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de rellenos sanitarios mecanizados. Con el fin de ayudar a las municipalidades y EPS-RS (empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos) de las ciudades del país a implementar efectivamente una infraestructura para la disposición de sus residuos sólidos.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis general

La propuesta de diseño de un relleno sanitario permitirá una adecuada disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

- ❖ El estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora es deficiente.
- ❖ La generación per cápita, composición y densidad permitirán conocer la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Acora.
- ❖ Es factible realizar una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos acorde a la generación de residuos sólidos para el distrito de Acora.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está ubicada en el distrito de Acora, de la provincia y departamento de Puno, situada en las coordenadas geográficas; Latitud $15^{\circ}58'24.97''S$ y Longitud $69^{\circ}47'50.16''O$, a una altitud de 3880 m.s.n.m.



Figura 01: Ubicación de la zona en estudio.

FUENTE: Google earth.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. Población

La población o universo es un conjunto de elementos que comparten unos criterios similares (Fernandez & Baptista, 2014). Siendo por ello que la población en estudio son los habitantes del distrito de Acora; que generan residuos sólidos; conformada por **3904** Hab según INEI (2017). La población abarca a todas las personas del área urbana del

distrito de Acora, siendo las que generan residuos sólidos provenientes de la alimentación, el trabajo, entre otros.

3.2.2. Muestra

Una muestra es un subgrupo de la población representando a la misma (Fernandez & Baptista, 2014); por lo que la muestra en estudio está efectuada según lo recomienda la guía de caracterización de residuos sólidos municipales del MINAM, el cual considera 94 viviendas para muestra y 19 viviendas de contingencia, para 1000 a 5000 viviendas de población, que da un total de **113 viviendas como muestra**; cabe señalar que el distrito de Acora cuenta con un total de 2436 viviendas, según INEI (2017). Así mismo con respecto a la muestra de residuos sólidos no domiciliarios, es de 51 establecimientos de los 108 existentes; así mismo a fin de evitar la pérdida de muestras por ausencia del encargado del establecimiento, la guía indica aumentar un 20% de contingencia por lo cual la muestra incrementó a 10 establecimientos adicionales, dando un total de **61 establecimientos como muestra**.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. Tipo de investigación

Descriptivo.

Según Guevara et al. (2020), el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes.

3.3.2. Diseño de investigación

No Experimental.

Según Álvarez (2020), no existe manipulación de las variables por parte del investigador. Según Gómez (2018), la investigación no experimental es observar eventos tal como se dan en su ambiente natural, para seguidamente analizarlos. En un experimento, el investigador construye deliberadamente una situación a la que son expuestos varios

individuos.

3.3.3. Método

Según Colomé & Femenia (2018), el método deductivo se define de dos modos; el primero consiste en decir que es el razonamiento que va de lo general a lo particular; la segunda consiste en definirlo diciendo que es la aplicación de una regla a un caso para obtener un resultado. La característica principal es que la conclusión se infiere necesariamente de las premisas, es decir sin necesidad de recurrir a observaciones o datos externos al mismo razonamiento.

Bajo estas consideraciones en la investigación se aplicará el método deductivo.

3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Fernandez & Baptista (2014), la técnica es la acumulación de información con el objetivo de caracterizar la realidad y obtener conocimientos generalizables. Por ello la técnica empleada en el presente estudio será la **observación**, ya que se conseguirá diseñar un relleno sanitario para disponer los RRSS. Según las normas legales vigentes.

Instrumentos

Según Fernandez & Baptista (2014), describe a los instrumentos como una actividad centrada en la selección o diseño de herramientas y recopilación de datos para su uso en estudio. Por lo que se entiende que para recoger la información necesaria se emplea una tabla de recolección de datos para anotar los valores del estudio de caracterización del distrito de Acora; e instrumentos de ingeniería para el proceso de los datos como el civil 3D, MS Excel, etc.

3.3.5. Operacionalización de variables

Tabla 01: Operacionalización de variables

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V D	Disposición final de Residuos sólidos	La disposición final de residuos sólidos implica disponer de forma segura y permanente los residuos sólidos generados durante una actividad (MINAM, 2018).	Caracterización de residuos sólidos	Generación per cápita de residuos sólidos	kg/hab/día
				Composición física de residuos sólidos	%
				Densidad de los residuos sólidos	Kg/m ³
V I	Diseño Relleno sanitario.	Los rellenos sanitarios son instalaciones para la disposición final de residuos sólidos que tienen una capacidad de almacenamiento de hasta 6 toneladas diarias y son operadas con instrumentos manuales (OPS/CEPIS, 2002).	Dimensionamiento del relleno sanitario.	Volumen del material de cobertura	m ³
				Volumen del relleno sanitario.	m ³ /año
				Área requerida	m ²
				Volumen de la zanja	m ³
				Dimensiones de la zanja	m
				Tiempo de maquinaria	días
Vida útil del relleno.	años				

3.3.6. Procedimiento metodológico

Método para el objetivo específico 01.

Determinar el estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora.

Este objetivo se desarrolló utilizando la “Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos” (RM. N° 100-MINAM, 2019); Se describieron minuciosamente los elementos técnicos y operativos de los residuos sólidos y se adquirió esta información para conocer la condición actual, que involucra:

- Generación.

- Almacenamiento.
- Barrido de calles y espacios públicos.
- Recolección y transporte.
- Disposición final.

Método para el objetivo específico 02.

Determinar la generación per cápita, composición y densidad de residuos sólidos en el distrito de Acora.

- **ETAPA 1: ETAPA DE PLANIFICACIÓN**

En esta etapa se realizó la visita a campo (distrito de Acora); para la coordinación con la Sub Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Acora; y tener el respectivo apoyo para realizar el estudio de Caracterización.

- **ETAPA DE CAMPO Y OPERACIÓN**

Para estimar el número de viviendas participantes para el estudio de caracterización y conocer la generación per cápita, la composición y la densidad de RR.SS. de Acora; se utilizó las consideraciones descritas por la “Guía para caracterización de residuos sólidos municipales” (MINAM, 2018); el cual está especificado en el apartado de muestreo.

Posteriormente se realizó la distribución de la muestra; sectorizando por barrios para lograr resultados más característicos; seguidamente se redactaron cartas de invitación a las familias participantes en la investigación de caracterización de RR.SS.; y a las viviendas ha participar se les realizó el suministro de bolsas color blanco para la disposición de los desechos.

- **ETAPA DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EN GABINETE**

Cálculo de la generación per cápita “GPC” de RR.SS.

El cálculo de la GPC de residuos sólidos se efectuó mediante:

$$\text{GPC}=(P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7)/7X$$

Donde:

GPC: Generación per cápita.

P: Peso de bolsa por domicilio en un día n, (n:1,2,3 ... 7).

X: Número de personas del domicilio "n"

Cálculo de la composición física de los residuos sólidos

Para ello se utilizó un contenedor para vaciar los residuos de las bolsas de basura recolectadas, y se separaron los elementos según la clase de residuo. A continuación, los elementos diferenciados se situaron en bolsas, pesado, y los datos registrados, y se aplicó la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje (\%)}=P_i/W_t*100$$

Donde:

P_i: Peso de cada elemento de RR.SS. por (sector, vivienda, barrio)

W_t: Peso diario total de residuos acumulados (sector, vivienda, barrio)

Cálculo de la densidad de los residuos sólidos

Para el cálculo de la densidad de los RR.SS. se dividió el peso por el volumen que llena la basura cada día, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad (S)}=W/V_r$$

Donde:

W: Peso de los RR.SS.

W_t: Volumen de RR.SS.

Método para el objetivo específico 03.

Dimensionar un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora.

Se utilizó el siguiente criterio para dimensionar un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos originados en el distrito de Acora. “Guía para el diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales” (OPS/CEPIS, 2002), donde se indica las características de diseño que se relacionan a continuación:

- **Producción Per Cápita.**

La PPC de RR.SS. se estimó por (kg/habitante/día), u originados por domicilio, es decir, kg/vivienda/día, a razón de que los residuos se entregan por domicilio, establecimiento y presenta el beneficio de favorecer el conteo de las viviendas.

$$\text{PPC}=\text{Pob}*7*\text{C}$$

Donde:

PPC = Producción Per Cápita (kg/hab/día).

Pob = Población (hab).

C = Cobertura del servicio de limpieza (%).

- **Producción Total.**

La relación entre la población con respecto a la PPC determinó la producción de residuos sólidos.

$$\text{CRD}=\text{Pob}*\text{PPC}$$

Donde:

CRD = Cantidad de RR.SS. generados (kg/día).

Pob = Población (Hab).

PPC = Producción per cápita (kg/Hab/día).

- **Proyección de la población.**

El aumento de población se calculó como un crecimiento geométrico utilizando la siguiente ecuación:

$$Pf=(Po(1+r))^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población inicial

r = razón de crecimiento

n = (t final – t inicial) número de años: t = tiempo variable (en años)

- **Volumen de residuos sólidos.**

Los 2 primeros factores proporcionaron la cantidad de RSU compactados y estabilizados a disponer diariamente y anualmente:

$$Vdiario=DCp/Drsm$$

$$Vannual compactado = Vdiario \times 365$$

Donde:

Vdiario = Volumen de RSU por disponer diario (m³/día).

Vannual = Volumen de RSU anual (m³/año).

DCp = Cantidad de RSU generados (kg/día).

Drsm = Densidad de los RSU recién comprimido (400-500 kg/m³ y estabilidad de relleno (500-600 kg/m³).

- **Volumen del material de cobertura.**

$$m.c.= Vannual compactado \times (0,20 \text{ ó } 0,25)$$

Donde:

m.c. = El volumen de material de cobertura corresponde del 20 al 25% del volumen de basura recientemente compactada.

- **Volumen del relleno sanitario**

El volumen para el año 1 se puede determinar empleando los resultados de las fórmulas anteriores:

$$\mathbf{VRS = Vanual\ estabilizado + m.c.}$$

Donde:

VRC = Volumen del R.S. (m³/año)

m.c. = El volumen de material de cobertura corresponde del 20 al 25% del volumen de basura recientemente compactada.

Para el cálculo del volumen total acopiado a lo largo de su utilidad se emplea la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VRSvu=nVrs}$$

Donde:

VRSvu = Volumen relleno sanitario (m³).

n = Número de años.

- **Cálculo del área requerida**

Es la cantidad de área necesaria para la edificación de un relleno sanitario estando determinada primordialmente por consideraciones tales como:

Cantidad de RSU a acopiar, Cantidad de m.c., Densidad compactada de RSU. Altura del relleno sanitario; Áreas extras para labores provisionales, las necesidades de área se calcularán usando la ecuación dada:

$$\mathbf{ARS=VRS/hRS}$$

Donde:

ARS = Área por rellenar secuencialmente (m²).

VRS = Volumen de relleno sanitario ($m^3/año$).

hRS = Altura media del relleno sanitario (m).

El área total requerida será:

$$AT = F * ARS$$

Donde:

AT = Área total requerida (m^2).

F = Factor de crecimiento en el espacio adicional necesario para patios de maniobras, instalaciones sanitarias, portería, zonas de retiro a las fronteras y caminos de acceso, etc. Esto representa el 20-40% de la superficie rellenable.

- **Cálculo del volumen de la zanja**

La siguiente fórmula se utiliza para determinar la cantidad de excavación necesaria, el tiempo que necesita la maquinaria y la vida útil de la zanja:

$$Vz = (t * DSr * m.c.) / Drsm$$

Donde:

Vz = Volumen de la zanja (m^3).

t = Tiempo de vida útil (60 a 90 días).

DSr = Cantidad de RSM recolectados (kg/día) m.c. = Material de cobertura (20-25% del volumen compactado).

Drsm = Densidad de los RSM en el relleno (kg/m^3).

- **Dimensiones de la zanja**

Las dimensiones de la zanja para la operación manual vendrá determinado por:

- ❖ La zanja debe tener entre dos y cuatro metros de profundidad, dependiendo del nivel freático, el tipo de suelo, las herramientas utilizadas y el coste de la excavación.
- ❖ La anchura del equipo, o anchura de la zanja, debe estar entre tres y seis metros. La comodidad de evitar el transporte de residuos y material de recubrimiento a larga distancia implica un mayor rendimiento de la obra. En consecuencia, la operación puede programarse de forma que un lado se utilice para verter los RSU y el otro para depositar la tierra. La superficie de una zanja terminada puede utilizarse para verter la basura, dependiendo del nivel de compactación y de las condiciones meteorológicas.
- ❖ La longitud depende de la duración de la zanja o del tiempo que dure. De ello se deduce que:

$$I=Vz/(a*hz)$$

Donde:

I = Largo o longitud de la zanja (m).

Vz = Volumen de la zanja (m³).

a = Ancho (m).

hz = Profundidad (m).

- **Tiempo de maquinaria**

El tipo y la potencia de la máquina, el sistema de tracción y la composición del suelo influirán considerablemente en el tiempo necesario para excavar la zanja y realizar el movimiento general de tierras:

$$t_{exc}=Vz/(R*J)$$

Donde:

t_{exc} = Tiempo de la maquinaria para la excavación de la zanja (días).

Vz = Volumen de la zanja (m³).

R = Tiempo de la maquinaria para la excavación de la zanja (días).

J = Jornada de trabajo diario (horas/día).

- **Vida útil del relleno**

La única información disponible sobre la superficie necesaria es la profundidad media del vertedero. En realidad, sin embargo, hay que calcular la vida útil, ya que se trata de un terreno.

En cuanto a la técnica de la zanja, tras calcular su volumen, estimamos el número de zanjas que podrían construirse en el terreno asumiendo un factor para otras regiones (separación entre zanjas, vías de circulación, aislamiento, etc.) En consecuencia:

$$n = At / (F * Az)$$

Donde:

n = Número de zanjas.

At = Área total del terreno (m²).

F = Factor para áreas adicionales de 1.2 a 1.4 (20-40%).

Az = Área de la zanja (m²).

Entonces la vida útil estará dada por:

$$Vu = (Tt * n) / 365$$

Donde:

Vu = Vida útil del terreno (años).

tz = Tiempo de servicio de la zanja (días).

3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se efectuó el análisis mediante la estadística descriptiva de los datos, utilizando tablas, gráficos y planos creados con programas: Microsoft Word, Excel y AutoCAD.

Además, a través de la caracterización RSM del distrito se obtuvieron los siguientes datos: GPC, composición de residuos sólidos (peso, volumen y densidad) y tipos de residuos sólidos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS GENERADOS EN EL DISTRITO DE ACORA.

Actualmente, el municipio de la ciudad de Acora es responsable de mantener un ambiente limpio dentro de su jurisdicción; por ello se siguió las consideraciones de la “Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos” (RM. N° 100-MINAM, 2019), el diagnóstico de la situación actual involucra la generación, almacenamiento, barrido de calles y espacios públicos, recolección y transporte, y disposición final, como se detalla a continuación.

4.1.1. Generación

En la actualidad, la mayoría de los lugares donde se producen residuos sólidos en la región investigada se encuentran en viviendas, lo que sugiere que los individuos no segregan sus residuos en categorías orgánicas e inorgánicas cuando se recogen, lo que conduce a la eliminación de residuos.

4.1.2. Almacenamiento

Se descubrió que los hogares de la ciudad de Acora guardaban su basura en bolsas dentro de contenedores, y también había contenedores colocados en zonas clave, como se indica en la Tabla 2.

En la tabla 2, se aprecia la distribución de los contenedores en la ciudad de Acora, siendo los lugares: el Jirón Tacna, # 118, Mercado municipal de Acora, y en el Colegio Alfonso

torres luna, los cuales presentan un contenedor de residuos sólidos en cada uno de las zonas mencionadas.

Tabla 02: Distribución de contenedores en la ciudad de Acora

Nº	Zona de ubicación del contenedor	Cantidad de contenedores	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
1	Jirón Tacna, # 118	1	-15.972642	-69.795270
2	Mercado municipal de Acora	1	-15.972177	-69.793704
3	Colegio Alfonso torres luna	1	-15.975943	-69.795802

Recalcando que no hay suficientes contenedores, ya que hay lugares donde la gente tira la basura al aire libre, perjudicando la estética de la ciudad y creando vectores portadores de enfermedades, como moscas y roedores.

4.1.3. Barrido de calles y espacios públicos

El municipio de Acora contrata a trabajadores, debidamente implementados con sus herramientas básicas y que colaboran en turnos diarios, para realizar el barrido manual de las calles que comprende a partir de 4:00 am hasta las 10:00 am. de lunes a viernes, los días sábados en la feria de ganados desde las 2:00 pm las las 7:00 pm y los días domingos que es la feria dominical desde las 4:00 pm hasta 10:00 pm, respectivamente.

Lo mismo ocurre con la limpieza de las calles: la basura sólida que se produce por las diversas actividades que tienen lugar en la ciudad se vierte en zonas públicas y se tira en contenedores de plástico. Por este motivo, el Ayuntamiento de Acora, a través de su división de gestión medioambiental, ha decidido implantar un sistema de limpieza que implica a grupos de dos a cinco personas que se dispersan por la ciudad y realizan el trabajo manual con herramientas como triciclos, recogedores y escobas.

4.1.4. Recolección y transporte

Junto con todas las operaciones asociadas al servicio de limpieza pública, la recogida de residuos sólidos del municipio es el sector que generalmente requiere mayor atención y esfuerzo.

El camión compactador, que tiene una capacidad de 4m³ y rutas y frecuencias establecidas, realiza la función de recogida. Se aparca en los lugares designados de cada ruta antes de que suene una campaña que anuncia su ubicación y estacionamiento temporal. Cuando suena el timbre, los trabajadores recogen la basura que los ocupantes han dejado fuera del edificio o institución y la depositan en la compactadora. El vehículo se desplaza hasta el vertedero sanitario para iniciar un nuevo ciclo de recogida una vez que está completamente cargado.

Existen varias formas de transportar los residuos sólidos a los centros de recogida, como el uso de bolsas de plástico, bolsas en la calle y sacos usados en contenedores de plástico. Otros métodos más comunes incluyen el uso de bolsas de plástico y/o sacos de polietileno que se depositan en los centros de recogida o se tiran como canchones en la vía pública y en zonas de expansión urbana.

Cada día, el camión compactador transporta los residuos recogidos al vertedero municipal, donde se depositan tras uno o dos viajes.

Aunque hay una cobertura de recolección del 85% en las residencias, la cobertura y la calidad del servicio de recolección son inadecuadas porque no fomentan la separación selectiva de los residuos sólidos, siendo la basura orgánica e inorgánica vertida en la misma unidad de recolección.

La frecuencia de recolección de la unidad recolectora es 2 veces por semana (lunes y jueves).

4.1.5. Disposición final

Actualmente, el municipio de Acora carece de un lugar especificado y autorizado para la disposición final de residuos sólidos. El sitio de disposición final no cumple con las normas técnicas básicas para ser declarado lugar de disposición final ya que se encuentra a tres kilómetros de la ciudad de Acora, en el sector "Apacheta" de la comunidad de Comitiri.

Al no ser separados en la fuente, los residuos sólidos producidos en la ciudad de Acora son transportados y depositados en un botadero, donde contaminan el medio ambiente y afectan negativamente la salud pública. Es importante señalar que las organizaciones públicas y privadas también disponen sus residuos, transportando y disponiéndose en las áreas periféricas, además de la municipalidad.

Los residuos hospitalarios son residuos médicos que contienen materiales peligrosos y tóxicos, pero que se vierten sin ningún control ni tratamiento previo. A pesar de tener cualidades y/o características de composición comparables a las de los residuos urbanos, los residuos hospitalarios contienen estas sustancias, al igual que los residuos procedentes de la destrucción de casas y otras estructuras; se depositan en secreto en las zonas más bajas de la ciudad, esta eliminación es gestionada directamente por las instituciones productoras.

4.2. DETERMINAR LA GENERACIÓN PER CÁPITA, COMPOSICIÓN Y DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE ACORA

Para generar una participación de los distintos barrios de la región en estudio, primero se creó un folleto educativo pensando en la sencillez y la claridad. En él se destaca información clave sobre la clasificación de los residuos sólidos, como puede verse en el **Anexo 2**.

A continuación, se enviaron bolsas con códigos a las casas y establecimientos participantes, con el fin de ayudar a identificar cada hogar y agilizar el avance del presente estudio, También se dieron más detalles sobre la caracterización de los residuos

sólidos. Por ejemplo, se indicó a los participantes que no sacaran sus residuos durante los siete días de duración del estudio ni en bolsas diferentes en momentos distintos.

Tras una semana de recogida diaria de datos para la caracterización de los residuos sólidos, los datos se organizaron y almacenaron en tablas listas para los cálculos asociados, incluida la generación per cápita (GPC), la composición de los residuos sólidos y la densidad de los residuos sólidos.

4.2.1. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios

4.2.1.1. Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios

En la tabla 3, se aprecia la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora, indicando que la generación per cápita es de 0.31kg/hab/día al año 2023, respectivamente (**Tabla 03**).

Tabla 03: Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora.

Nº de viviend a	Nº de habitante s	PESO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS							GPC kg/hab/día.
		Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Día 6 kg	Día 7 kg	
1	5	0.74	0.8	0.54	0.24	0.66	0.84	1.72	0.16
2	4	0.8		0.28		0.27		0.3	0.10
3	3	1.04	0.28	0.16	0.4	0.32	0.32		0.14
4	4	0.01	0.12	0.36			0.32		0.05
5	3	0.86	0.84	0.8	1.14		0.04		0.25
6	2		1.68	0.52	1.5	0.46	0.52		0.47
7	4	2.78	1.38	1.42	1.2	1.06	0.1	0.42	0.30
8	3				0.54	0.14	0.12	6.46	0.61
9	6	0.91		0.53	0.01	0.24	1.27		0.10
10	2		0.3	0.24		0.1	0.24	0.58	0.15
11	2								
12	4		2.5	0.78		0.66		1.48	0.34
13	2	0.2	1.12	0.38	0.32		0.38	1.28	0.31
14	5	1.42	6.22	1.26	1.5	0.12	1.48	0.92	0.37
15	5	1.64	0.98	0.46	0.14	0.24		0.84	0.14
16	2	0.38	0.22	0.28	0.18	0.3	0.74	0.6	0.19
17	2		1.02	0.94		0.14		0.51	0.33
18	3	1.3		1.09	1		1.2		0.38
19	5	2.1		0.14	0.97	0.23		0.61	0.16
20	3	1.34			0.92	1.02	2.54		0.49
21	3	0.16	0.08	1.34	1.7	0.44		0.12	0.21
22	1	1.02		2.2	1.52	0.32			1.27
23	2		0.56	0.24	0.76	0.68		0.2	0.24
24	3	0.24	0.6		0.24	0.76			0.15
25	2	0.01		2.22		0.42		1.03	0.46
26	3	1.28	0.86	0.48	0.5	0.2			0.22
27	2			0.38		0.3	0.38	0.38	0.18
28	4	0.01	0.24		0.32	0.26	0.16		0.05
29	2	0.01		0.5					0.13
30	4	2.28	3.24	0.54	0.82	0.72	0.98	0.94	0.34

Nº de viviend a	Nº de habitante s	PESO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS							GPC kg/hab/día.
		Dia 1 kg	Dia 2 kg	Dia 3 kg	Dia 4 kg	Dia 5 kg	Dia 6 kg	Dia 7 kg	
31	3	0.9	0.32	0.36	0.48	0.56	0.12	0.28	0.14
32	4	0.01	0.66		0.5	0.34			0.09
33	5	0.54		0.72	0.1	0.26		1.58	0.13
34	2	0.01	0.67		0.54		1.21		0.30
35	4	0.94	0.34	0.22	0.64	0.22			0.12
36	3	0.01		0.6	0.98		0.38		0.16
37	3		4.56	2.02	1.4	3.58	1.96		0.90
38	3	0.62		1.8	0.59	0.56			0.30
39	3	0.26			0.52	0.82	0.66	0.44	0.23
40	3	0.01		0.82		1.2	0.41		0.20
41	4		0.76	0.22	0.28	0.82			0.13
42	6	1.28		3.4		1.96	1.44	5.3	0.45
43	2	0.56	1.46	2.22	1.6		1.26	0.64	0.65
44	5	0.86	0.42		0.61	0.37		0.62	0.12
45	8	2.68		0.5	0.7	0.34	0.26	0.56	0.11
46	5		3.06		0.42	1.62	0.86		0.30
47	2	1.36	0.28	2.14	3.12	4.62	0.22		0.98
48	7	3.08	1.12		1.58	0.56		1.78	0.23
49	3	3.52	0.62	1	0.34		0.54	0.52	0.36
50	2	0.14	0.12	0.5			0.78	1.06	0.26
51	4	1.3		0.48	1.4	0.62	4.24		0.40
52	6	2.5	0.56		1.06		0.86	0.27	0.18
53	4	1.16	0.62	0.88		1.24	0.32		0.21
54	10	0.08	1.9	1.34	1.2	2.04		2.84	0.16
55	2	0.01			0.83				0.21
56	1	0.01	0.38	0.64	0.92				0.49
57	7	0.52	0.26		0.61	0.46	0.08		0.06
58	6	1	0.88	1.38	0.56	0.32		1.16	0.15
59	2	0.74	0.5	0.62	0.2	0.9	2.28	0.36	0.40
60	4	2	1.44	1.52	2.14	1.12	0.88	0.7	0.35
61	3	0.96		0.42		0.58		1.46	0.29
62	1		0.55	1.2		0.88	4.92	1.76	1.86
63	4		0.23	0.12		0.16	0.53		0.07
64	3	1.26	0.26	0.7	0.9	0.48	0.98	0.48	0.24
65	2		0.44		0.62	0.5	0.81		0.30
66	1	0.42	0.46	0.38	0.2	0.98	0.24	0.36	0.43
67	2	4.5	0.36	1.18	1.52	2.04		1.04	0.89
68	5		0.67	0.25	0.34		0.82	1.3	0.14

Nº de viviend a	Nº de habitante s	PESO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS							GPC kg/hab/día.
		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
69	3	0.01		1.26	0.8	1.05			0.26
70	3	1.54		0.84		2.64	1.11		0.51
71	5	0.06	1.08		0.01	0.98	1.23		0.13
72	7			0.42		0.88	0.16		0.07
73	5		0.88	0.28	0.54	1.8	0.22		0.15
74	2	1.31		0.26	0.66	0.18		0.08	0.25
75	5	0.54	0.36	0.5	0.92	0.64			0.12
76	3	0.18	0.42	0.16	0.1	0.42	0.62		0.11
77	2			0.16	0.01	0.04		0.06	0.03
78	4	0.98	0.63	0.42			0.47	0.21	0.14
79	1	0.32		0.98		0.26		0.18	0.44
80	2		0.36		1.58	0.34	0.56		0.36
81	4		0.22		0.24	0.28	0.1		0.05
82	4	1.61	0.54		0.36	0.61			0.20
83	2	1.06		1.28		0.92	0.68		0.49
84	5	0.64	0.4		0.74	1.48			0.16
85	3	0.46	0.98	1.7		1.42			0.38
86	4								
87	4	2.24		1.76	0.12	0.26			0.27
88	5	0.48	3.26		0.36	0.74		0.18	0.20
89	1	1.15		0.01	0.21		0.46		0.46
90	5				0.83				0.17
91	3	1.82	1.6	1.92		0.59	1.3		0.48
92	4	0.12	0.47	0.08		0.56		0.67	0.10
93	5	1.35	0.14	0.04	0.16	0.06	0.82	0.2	0.08
94	3	1.13	0.62	1.42	1.58		0.28		0.34
95	1	0.58	0.76	0.64		0.47	0.24		0.54
96	2	1.25		0.7		0.26		0.22	0.30
97	2			0.78	0.28		0.3		0.23
98	2			0.22	0.36	0.22	0.86	0.88	0.25
99	1	1.56	0.86		0.27				0.90
100	2		0.58		0.35		0.41	2.68	0.50
101	1		0.52		1.62	0.98	1.2		1.08
102	5								
103	2		0.34	0.4	0.18		0.44	0.32	0.17
104	1		0.34		1.2	0.88		0.82	0.81
105	1			3.59	2.84	2.3	0.36		2.27
106	2		1.18	1.02	0.62		0.88		0.46

Nº de viviendas	Nº de habitantes	PESO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS							GPC
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/hab/día.
107	5	0.46	0.2	1.22	0.1	0.46		0.32	0.09
108	4			0.6			0.61		0.15
109	5	0.9	1.16	0.8	0.54				0.17
110	1	0.82	0.57		0.54	0.62	0.79		0.67
111	3					0.45			0.15
112	4		0.83	0.35	0.21	0.98		1.24	0.18
113	4		1.06	0.84	1.52	2.64	1.1	1.2	0.35
GENERACIÓN PER-CÁPITA TOTAL									0.31

Dichos resultados con respecto a Arocutipa (2022), no se asemejan al presente estudio; porque encontró una generación per capita de 0.50kg/hab/día, respectivamente en la ciudad de Huancané; siendo superior al presente estudio debido a que la municipalidad no cuenta con planes de gestión de residuos sólidos, lo que conlleva a que los pobladores no segregan sus residuos; Así mismo con respecto a Toruño & Lopez (2017), tampoco son similares encontrando una generación per cápita de los desechos sólidos de la Ciudad de Villa El Carmen es de 0.73kg/hab/día esto nos indica una alta producción per cápita respecto a otros municipios de Nicaragua, esta alta producción es debido al alto contenido de desechos de jardinería en los tres sectores evaluado por medio de la recolección de muestras para luego realizar su caracterización por el método del cuarteo.

4.2.1.2. Composición de residuos sólidos domiciliarios

En la tabla 4, se aprecia la composición de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora, indicando que está compuesta por 62.97% de residuos aprovechables, y los residuos orgánicos aprovechables con 39.39%; además del total de composición solo se tiene el 37.03% los residuos no reaprovechables, respectivamente (**Tabla 04**).

Tabla 04: Composición de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora.

Tipo de residuo sólido	Composición porcentual
1. Residuos aprovechables	62.97%
1.1. Residuos orgánicos	39.39%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	33.71%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	1.19%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	4.49%
1.2. Residuos inorgánicos	23.56%
1.2.1. Papel	1.37%
Blanco	0.81%
Periódico	0.18%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.38%
1.2.2. Cartón	4.90%
Blanco (liso y cartulina)	2.14%
Marrón (Corrugado)	2.69%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.07%
1.2.3 Vidrio	1.13%
Transparente	0.59%
Otros colores (marrón-ámbar, verde, azul, entre otros)	0.40%
Otros (vidrio de ventana)	0.14%
1.2.4. Plástico	11.09%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	4.89%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.84%
PEBD-Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	2.37%
PP-Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1.75%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	1.24%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00%
1.2.6. Metales	5.07%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	2.94%
Acero	0.00%
Fierro	1.69%
Aluminio	0.34%
Otros Metales	0.10%
1.2.7. Textiles (telas)	0.00%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00%

2. Residuos no reaprovechables	37.03%
Bolsas plásticas de un solo uso	6.92%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/Toallas sanitarias, excretas de mascotas)	10.22%
Pilas	1.76%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.35%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillo, entre otros)	11.88%
Restos de medicamentos	0.99%
Envolturas de snack, galletas, caramelos, entre otros	0.92%
Otros residuos no categorizados.	3.99%
TOTAL	100.00%

De igual manera con respecto a Arocutipa (2022), es corroborado la información por que indica que mayormente los residuos sólidos domiciliarios están netamente compuestos por residuos aprovechables como es el caso del material orgánico que se encuentra en mayor proporción.

También con respecto a Toruño & Lopez (2017), son similares encontrando una composición física de los desecho sólidos se conformó principalmente por materia orgánica entre los que están restos de comida y resto de jardinería que representan el 69.28 % del total de desechos generados, seguido por plásticos que representan el 12.99% que son clasificados para después ser reciclados y por último están el cartón y telas que representan el 7.32% y 3.92%, respectivamente que son almacenados en galeras especiales solo para este tipo de productos, esto permitirá el reciclaje y la elaboración del compost.

4.2.1.3. Densidad de residuos sólidos domiciliarios

En la tabla 5, se aprecia la densidad de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora, indicando que presenta en promedio una densidad de 79.31kg/m³ respectivamente, para los residuos sólidos domiciliarios (**Tabla 05**).

Tabla 05: Densidad de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Acora

Parámetro	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS (kg/m ³)							PROMEDIO
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/m ³
Densidad	86.17	53.03	81.15	73.5	103.3	91.54	66.4	79.31

En cuanto a la densidad Ruiz (2021), manifiesta haber encontrado una densidad de 212.96kg/m³, siendo superior al presente estudio debido a que la localidad no cuenta con un plan de gestión de residuos sólidos, para la disminución de la cantidad de residuos; de igual manera con respecto a Toruño & Lopez (2017), no se asemejan encontrando densidades que alcanzan valores de 125 a 250 kg/m³ cuando se mide suelta, de 375 a 550 kg/m³ cuando está en el camión compactador de 600 a 1.000 Kg/m³ cuando se compacta en los rellenos sanitarios.

4.2.2. Caracterización de residuos sólidos no domiciliarios

4.2.2.1. Generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios

En la tabla 6, se aprecia la generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora, indicando que la generación per cápita es de 25.64kg/establecimiento/día al año 2023, respectivamente (**Tabla 06**).

Tabla 06: Generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora.

Fuente de generación	Número de establecimientos	GPC
		Kg/hab/día
Establecimientos comerciales	33	0.59
Restaurantes	11	2.51
Hoteles	2	2.64
Instituciones públicas y privadas	3	4.39
Instituciones educativas	6	3.81
Mercados	1	108.62
Barrido de Calles	5	56.90
TOTAL	61	25.64

Así mismo con respecto a Ordoñez & Reyes (2022), no se asemejan; encontrando que los residuos sólidos no municipales se evidencia que el mayor proporción es de 10kg/establecimiento/día, debido a que la municipalidad ha implementado un adecuado plan de manejo de residuos sólidos en su localidad.

4.2.2.2. Composición de residuos sólidos no domiciliarios

En la tabla 7, se aprecia la composición de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora, indicando que está compuesta por 70.07% de residuos aprovechables, y los residuos orgánicos aprovechables con 41.80%; además del total de composición solo se tiene el 29.93% los residuos no reaprovechables, respectivamente (**Tabla 07**).

Tabla 07: Composición de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora

Tipo de residuo sólido	Composición porcentual
1. Residuos aprovechables	70.07%
1.1. Residuos orgánicos	41.80%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	35.78%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	2.03%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	3.99%
1.2. Residuos inorgánicos	28.27%
1.2.1. Papel	3.11%
Blanco	1.03%
Periódico	0.44%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	1.64%
1.2.2. Cartón	7.25%
Blanco (liso y cartulina)	2.07%
Marrón (Corrugado)	4.92%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.26%
1.2.3 Vidrio	3.04%
Transparente	1.32%
Otros colores (marrón-ámbar, verde, azul, entre otros)	1.58%
Otros (vidrio de ventana)	0.14%
1.2.4. Plástico	13.96%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	5.90%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.46%
PEBD-Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	3.64%
PP-Polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	1.26%
PP-Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	2.64%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.06%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00%
1.2.6. Metales	0.91%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.67%
Acero	0.01%
Fierro	0.10%
Aluminio	0.12%
Otros Metales	0.01%

1.2.7. Textiles (telas)	0.00%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00%
2. Residuos no reaprovechables	29.93%
Bolsas plásticas de un solo uso	8.13%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/Toallas sanitarias, excretas de mascotas)	6.37%
Pilas	0.05%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.19%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillo, entre otros)	12.17%
Restos de medicamentos	0.27%
Envolturas de snack, galletas, caramelos, entre otros	0.95%
Otros residuos no categorizados	1.80%
TOTAL	100.00%

En cuanto a la composición de residuos sólidos no domiciliarios Pereda & Vigo (2021), indica que son netamente residuos de restaurantes, talleres, tiendas comerciales, mercado, entre otros; y al igual que los residuos sólidos domiciliarios; principalmente se generan residuos orgánicos de establecimientos comerciales; sin embargo presentan elementos peligrosos que se deben manejar de la manera más apropiada posible.

Así mismo con respecto a Ordoñez & Reyes (2022), no se asemejan; encontrando que los residuos sólidos no municipales del cantón La Maná se evidencia que el mayor porcentaje corresponde a materia orgánica con un 75,76%, a continuación, el 8,08% es plástico, un 2,47% es papel y cartón, un 2,38% al vidrio, 2,46% textiles y 1% a los metales. En esta clasificación se pudo proyectar la generación y recuperación de biogás.

4.2.2.3. Densidad de residuos sólidos no domiciliarios

En la tabla 8, se aprecia la densidad de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora, indicando que presenta en promedio una densidad de 85.22kg/m³ respectivamente, para los residuos sólidos no domiciliarios (**Tabla 8**).

Tabla 08: Densidad de residuos sólidos no domiciliarios de la ciudad de Acora

Parámetro	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS (kg/m ³)							PROMEDIO
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Densidad	93.49	89.27	93.69	64.87	84.78			85.22

Estos resultados con respecto a Ricardo et al. (2021), se asemejan debido a que en su estudio encontró que la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios siempre será mayor con respecto a los residuos sólidos domiciliarios.

Así mismo con respecto al estudio realizado por Ordoñez & Reyes (2022), no se asemejan encontrando una densidad de residuos sólidos domiciliarios de 244.79kg/m³, respectivamente.

4.2.3. Resultados generales de la caracterización

4.2.3.1. Generación per cápita total de residuos sólidos municipales

En la tabla 9, se aprecia la generación per cápita total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora, indicando que la generación per cápita total es de 25.95 kg/establecimiento/día al año 2023, respectivamente (**Tabla 09**).

Tabla 09: Generación per cápita total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora

Tipo	Generación per cápita	Generación per cápita total
	(kg/hab u establ/día)	(kg/hab u establ/día)
Domiciliarios	0.31	25.95
No domiciliarios	25.64	

4.2.3.2. Composición total de residuos sólidos municipales

En la tabla 10, se aprecia la composición total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora, indicando que está compuesta por 67.39% de residuos aprovechables, y los residuos orgánicos aprovechables con 40.60%; además del total de composición solo se tiene el 33.48% los residuos no reaprovechables, respectivamente.

Tabla 10: Composición total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora.

Tipo de residuo sólido	Composición domiciliaria	Composición no domiciliaria	TOTAL (%)
1. Residuos aprovechables	62.97%	70.07%	67.39%
1.1. Residuos orgánicos	39.39%	41.80%	40.60%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	33.71%		
		35.78%	34.75%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	1.19%		
		2.03%	1.61%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	4.49%		
		3.99%	4.24%
1.2. Residuos inorgánicos	23.56%	28.27%	26.79%
1.2.1. Papel	1.37%	3.11%	2.24%
Blanco	0.81%	1.03%	0.92%
Periódico	0.18%	0.44%	0.31%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.38%		
		1.64%	1.01%
1.2.2. Cartón	4.90%	7.25%	6.08%
Blanco (liso y cartulina)	2.14%	2.07%	2.11%
Marrón (Corrugado)	2.69%	4.92%	3.81%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.07%		
		0.26%	0.17%
1.2.3 Vidrio	1.13%	3.04%	2.09%
Transparente	0.59%	1.32%	0.96%
Otros colores (marrón-ámbar, verde, azul, entre otros)	0.40%		
		1.58%	0.99%
Otros (vidrio de ventana)	0.14%	0.14%	0.14%
1.2.4. Plástico	11.09%	13.96%	13.40%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	4.89%		
		5.90%	5.40%

PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.84%	0.46%	0.65%
PEBD-Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	2.37%	3.64%	3.01%
PP-Polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	1.75%	1.26%	1.51%
PP-Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1.24%	2.64%	2.20%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.01%	0.06%	0.65%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00%	0.00%	0.00%
1.2.6. Metales	5.07%	0.91%	2.99%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	2.94%	0.67%	1.81%
Acero	0.00%	0.01%	0.01%
Fierro	1.69%	0.10%	0.90%
Aluminio	0.34%	0.12%	0.23%
Otros Metales	0.10%	0.01%	0.06%
1.2.7. Textiles (telas)	0.00%	0.00%	0.00%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00%	0.00%	0.00%
2. Residuos no reaprovechables	37.03%	29.93%	33.48%
Bolsas plásticas de un solo uso	6.92%	8.13%	7.53%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/Toallas sanitarias, excretas de mascotas)	10.22%	6.37%	8.30%
Pilas	1.76%	0.05%	0.91%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.35%	0.19%	0.27%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillo, entre otros)	11.88%	12.17%	12.03%
Restos de medicamentos	0.99%	0.27%	0.63%
Envolturas de snack, galletas, caramelos, entre otros	0.92%	0.95%	0.94%
Otros residuos no categorizados	3.99%	1.80%	2.90%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%

Igualmente se recalca con respecto a Pereda & Vigo (2021), que la composición de los residuos tanto domiciliarios como no domiciliarios presentan en mayor proporción los residuos orgánicos respectivamente.

4.2.3.3. Densidad total de residuos sólidos municipales

En la tabla 11, se aprecia la densidad total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora, indicando que presenta en promedio una densidad de 82.27kg/m³ respectivamente, para los residuos sólidos municipales.

Tabla 11: Densidad total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Acora.

Parámetro	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (kg/m ³)							PROMEDIO kg/m ³
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Domiciliario	86.17	53.03	81.15	73.5	103.3	91.54	66.4	79.31
No domiciliario		93.49	89.27	93.69	64.87	84.78		85.22
	TOTAL							82.27

Estos resultados con respecto a Ricardo et al. (2021), se asemejan debido a que en su estudio encontró que la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios siempre será mayor con respecto a los residuos sólidos domiciliarios.

4.3. DIMENSIONAR UN RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL DISTRITO DE ACORA

4.3.1. Dimensionamiento del relleno sanitario

Detallando el siguiente procedimiento.

a) Producción Per Cápita.

La producción per cápita de residuos sólidos es **0.31kg/hab/día** según el estudio de caracterización de residuos sólidos. Los cálculos siguientes se basan en la (OPS/CEPIS, 2002), que también estima un crecimiento anual de la producción del 1%.

b) Producción Total.

La producción de residuos sólidos se determina multiplicando esta cifra por la producción per cápita así mismo el municipio estima que la población del distrito de Acora será de 4251 habitantes en 2023.

$$CRD = 4,251 * 0.31$$

$$CRD = 1317.81 \text{ kg/día}$$

Por lo que se puede decir que la producción total de residuos sólidos en el año 2023 en el distrito de Acora es de **1317.81kg/día**.

c) **Proyección de la población.**

El crecimiento de la población se calculó como un crecimiento geométrico utilizando la base de datos del municipio del distrito de Acora. Desde 2007, la población del distrito ha fluctuado, con 1597 residentes; del mismo modo, el año 2017 mostró 3904 habitantes. Estos datos significativos se utilizaron para proyectar la población utilizando la ecuación de la razón de crecimiento:

$$TC = 100\left(\sqrt[n]{\frac{\text{Población final}}{\text{Población inicial}}} - 1\right)$$

Donde:

TC: Tasa de crecimiento anual

n: Número de años entre población final e inicial

Reemplazando:

$$TC = 100\left(\sqrt[10]{\frac{3904}{1597}} - 1\right)$$

$$TC = 1.43\%$$

Identificando que el distrito de Acora tiene una tasa de crecimiento anual de la población del 1,43% siendo dato para calcular la población al 2033 y el dimensionamiento adecuado para el relleno sanitario.

d) **Volumen de residuos sólidos**

Para el año 2023, se determinaron los volúmenes diarios y anuales compactados de residuos sólidos que deben eliminarse en el relleno sanitario.

$$V \text{ diario} = \frac{1317.81}{500}$$

$$V \text{ diario} = 2.64 \text{ m}^3/\text{dia}$$

El volumen diario actual de residuos sólidos es de 2.64 m³/día

$$V \text{ anual compactado} = 2.64 \times 365$$

$$V \text{ anual compactado} = 963.60 \text{ m}^3/\text{dia}$$

El volumen compactado anual de residuos sólidos será de 963.60m³.

e) Volumen de material de cobertura

El material de cobertura al año 2023 se obtiene de la siguiente manera:

$$m. c. = 963.60 \times 0,20$$

$$m. c. = 192.72 \text{ m}^3/\text{año}$$

El volumen del material de cobertura al año 2023, es de 192.72m³/año.

f) Volumen del relleno sanitario

Sobre la base de los resultados anteriores, el volumen del relleno sanitario para el primer año de 2023 se determina de la siguiente manera:

$$VRS = 963.60 + 192.72$$

$$VRS = 1156.32/\text{año}$$

El volumen del relleno sanitario será de 1156.32m³ /año

g) Cálculo del área requerida

Las necesidades de superficie para el año en curso se calcularon utilizando la ecuación del volumen del relleno sanitario y resultaron ser las siguientes:

$$VRS = \frac{1156.32}{6}$$

$$VRS = 192.72\text{m}^2$$

El área requerida para un relleno sanitario en el año 2023 es de 192.72m².

El área total requerida será:

$$AT = 1.3 * 192.72$$

$$AT = 250.54\text{m}^2$$

Con un factor de crecimiento del 30%, el área total necesaria para la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Acora para el año 2023, a fin de reducir los efectos ambientales adversos, es de 250.54 m³.

Dada la información sobre el tamaño del relleno sanitario, se estima que durará hasta 2033 con una vida útil de 10 años, según la recomendación estándar, como se indica en las tablas 12 y/o 13.

En la tabla 12, se exhibe la estimación del volumen y el área requerida del terreno para la instalación de un relleno sanitario de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Acora, indicando que el volumen requerido para una proyección de 10 años del relleno sanitario será de 14375.16m³ , considerando la proyección proyectada para el año 2033 de 4970 habitantes y una generación de residuos de 1677.76kg/día por lo cual se requerirá un área de terreno de 3114.62m².

Tabla 12: Estimación del volumen y el área requerida del terreno para el relleno sanitario de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Acora.

Año	Población	PPC	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS										VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS				ÁREA REQUERIDA	
			Diario	Anual	Acumulado	Compactados		Estabilizados		Relleno Sanitario		Relleno Sanitario	Área Total					
						Diario	Acumulado	m.c.	Anual	m.c.	Anual			(DS+m.c.)	Acumulado			
			kg/día	Ton/año	Ton/Año	m ³ /día	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año	m ³	m ²	m ²					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
2023	4251	0.31	1317.81	481.00	481.00	2.64	0.53	963.60	192.72	963.60	1156.32	1156.32	192.72	250.54				
2024	4312	0.31	1350.02	492.76	973.76	2.70	0.54	985.50	197.10	985.50	1182.60	2338.92	389.82	506.77				
2025	4373	0.32	1383.02	504.80	1478.56	2.77	0.55	1011.05	202.21	1011.05	1213.26	3552.18	592.03	769.64				
2026	4436	0.32	1416.82	517.14	1995.70	2.83	0.57	1032.95	206.59	1032.95	1239.54	4791.72	798.62	1038.21				
2027	4499	0.32	1451.46	529.78	2525.48	2.90	0.58	1058.50	211.70	1058.50	1270.20	6061.92	1010.32	1313.42				
2028	4564	0.33	1486.93	542.73	3068.21	2.97	0.59	1084.05	216.81	1084.05	1300.86	7362.78	1227.13	1595.27				
2029	4629	0.33	1523.28	556.00	3624.21	3.05	0.61	1113.25	222.65	1113.25	1335.90	8698.68	1449.78	1884.71				
2030	4695	0.33	1560.51	569.59	4193.80	3.12	0.62	1138.80	227.76	1138.80	1366.56	10065.24	1677.54	2180.80				
2031	4762	0.34	1598.66	583.51	4777.31	3.20	0.64	1168.00	233.60	1168.00	1401.60	11466.84	1911.14	2484.48				
2032	4830	0.34	1637.73	597.77	5375.08	3.28	0.66	1197.20	239.44	1197.20	1436.64	12903.48	2150.58	2795.75				
2033	4900	0.34	1677.76	612.38	5987.46	3.36	0.67	1226.40	245.28	1226.40	1471.68	14375.16	2395.86	3114.62				

Nota. (1) Razón de crecimiento de 1.43% anual; (2) Razón de crecimiento de 1% anual; (3) PPC*Población; (6) Cantidad de residuos sólidos (RSM)/densidad de residuos sólidos (Drsm=500); (7 y 9) m.c.= Volumen compactado *0.2 (11) VRS=VR+m.c.; (13) ARS=VRS/hRS; (14) AT=F(30% aumento) *ARS.

Con respecto al dimensionamiento de un lugar de confinamiento para los residuos sólidos no domiciliarios, se sabe que existen 61 establecimientos comerciales con una generación per cápita de 25.64kg/establecimiento/día de residuos sólidos; ante ello igualmente al anterior caso se realiza el cálculo del volumen y el área requerida del terreno para la instalación de disposición final de residuos sólidos no

domiciliarios del distrito de Acora apreciada en la tabla 13.

Tabla 13: Estimación del volumen y el área requerida del terreno para el relleno sanitario de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Acora.

Año	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS										VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS										ÁREA REQUERIDA	
	Población	PPC	Diario		Anual		Acumulado		Diario		m.c.		Compactados		Estabilizados		Relleno Sanitario		Relleno Sanitario	Área Total		
			kg/día	Ton/año	Ton/año	Ton/Año	m ³	m ³ /día	m ³	m ³ /año	m ³	m ³ /año	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³				
	Hab	kg/Hab/día	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14								
2023	61	25.64	1564.04	570.87	570.87	3.13	0.63	1142.45	228.49	1142.45	1370.94	1370.94	1370.94	1370.94	1370.94	1370.94	1370.94	228.49	297.04			
2024	62	25.90	1602.27	584.83	1155.70	3.20	0.64	1168.00	233.60	1168.00	1401.60	1401.60	1401.60	1401.60	1401.60	1401.60	1401.60	462.09	600.72			
2025	63	26.16	1641.43	599.12	1754.83	3.28	0.66	1197.20	239.44	1197.20	1436.64	1436.64	1436.64	1436.64	1436.64	1436.64	1436.64	701.53	911.99			
2026	64	26.42	1681.56	613.77	2368.59	3.36	0.67	1226.40	245.28	1226.40	1471.68	1471.68	1471.68	1471.68	1471.68	1471.68	1471.68	946.81	1230.85			
2027	65	26.68	1722.66	628.77	2997.36	3.45	0.69	1259.25	251.85	1259.25	1511.10	1511.10	1511.10	1511.10	1511.10	1511.10	1511.10	1198.66	1558.26			
2028	65	26.95	1764.76	644.14	3641.50	3.53	0.71	1288.45	257.69	1288.45	1546.14	1546.14	1546.14	1546.14	1546.14	1546.14	1546.14	1456.35	1893.26			
2029	66	27.22	1807.90	659.88	4301.39	3.62	0.72	1321.30	264.26	1321.30	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1720.61	2236.79			
2030	67	27.49	1852.09	676.01	4977.40	3.70	0.74	1350.50	270.10	1350.50	1620.60	1620.60	1620.60	1620.60	1620.60	1620.60	1620.60	1990.71	2587.92			
2031	68	27.76	1897.36	692.54	5669.94	3.79	0.76	1383.35	276.67	1383.35	1660.02	1660.02	1660.02	1660.02	1660.02	1660.02	1660.02	2267.38	2947.59			
2032	69	28.04	1943.74	709.46	6379.40	3.89	0.78	1419.85	283.97	1419.85	1703.82	1703.82	1703.82	1703.82	1703.82	1703.82	1703.82	2551.35	3316.76			
2033	70	28.32	1991.25	726.81	7106.21	3.98	0.80	1452.70	290.54	1452.70	1743.24	1743.24	1743.24	1743.24	1743.24	1743.24	1743.24	2841.89	3694.46			

Nota. (1) Razón de crecimiento de 1.43% anual; (2) Razón de crecimiento de 1% anual; (3) PPC*Población; (6) Cantidad de residuos sólidos (RSM)/densidad de residuos sólidos (Drsm=500); (7 y 9) m.c.= Volumen compactado *0.2 (11) VRS=VR+m.c.; (13) ARS=VRS/hRS; (14) AT=F(30% aumento) *ARS.

Según manifiesta Arocutipá (2022), que todo dimensionamiento de un relleno sanitario manual será efectuado en base a la cantidad de residuos sólidos generados en la localidad en estudio; para una vida útil de 10 años respectivamente; además con respecto al estudio

realizado por Toruño & Lopez (2017), son diferentes; el cual hace dimension un relleno sanitario en un área disponible de 18,351.5m² de la Ciudad de Villa El Carmen; El resto del terreno se usará para construcciones auxiliares como caseta de control, galera de separación de desechos sólidos que se puedan reciclar, caseta de compostaje para los desechos orgánicos, tratamiento de lixiviados, pozos de infiltración y viveros para la reforestación y paisajismo del Relleno Sanitario.

4.3.2. Método de relleno sanitario

El método de zanjas es el relleno sanitario seleccionado para el distrito de Acora; se emplea para las comunidades que carecen de retroexcavadoras o tractores oruga, y sugiere alquilar u obtener uno para la excavación periódica de las zanjas, que deben tener una vida útil de sesenta a noventa días (OPS/CEPIS, 2002).

a) Volumen de la zanja

El volumen de la zanja para el año 2023 puede hallarse mediante la siguiente fórmula:

Hallando la Cantidad de RSM recolectados-DSr (kg/día).

$$DSr = 1317.81 * 0.9$$

$$DSr = 1,186.03kg/dia$$

En el año 2023, se recolectan diariamente 1.186,03kg de residuos sólidos; estos desechos se utilizará de la siguiente manera:

$$Vz = \frac{60*1,186.03*1.8}{500}$$

$$Vz = 256.18m^3$$

El volumen de la zanja para el 2023 será de 256.18m³

b) Dimensiones de la zanja

Las dimensiones de las zanjas estarán limitados para la operación manual por:

$$I = \frac{256.18}{6*3}$$

$$I = 14.23$$

El largo de la zanja a requerir para el 2023 es de 14.23m

c) Tiempo de maquinaria

Para la excavación de zanjas y el movimiento de tierras deberá asignarse el tiempo siguiente:

$$tex = \frac{256.18}{14*8}$$

$$tex = 2.29días$$

El tiempo de excavación para la zanja en el año actual - 2023 será de 2.29 días.

d) Vida útil del relleno en zanja

La superficie necesaria para el año en curso es de $3114,62\text{m}^2=0,3\text{Ha}$; según la tabla 12; Se desea saber cuánto tiempo puede continuar el vertedero si se construyen las zanjas estimadas anteriormente, 14,23 metros de largo por 6 metros de ancho (85,39 metros); se aplica el siguiente cálculo para el número de zanjas necesarias.

$$n = \frac{250,54}{85,39 \cdot 1,2}$$

$$n = 2,50 \text{ zanjas}$$

Se necesitan 2,50 zanjas para el relleno de basura en el año en curso. A continuación se calcula la vida útil:

$$Vu = \frac{60 \cdot 2,44}{365}$$

$$Vu = 40 \text{ días}$$

La vida útil de cada zanja será de 40 días.

En la tabla 14, se aprecia la estimación del número de zanjas hasta el año 2033. También incluye detalles sobre el volumen, el tamaño, el tiempo de maquinaria, la cantidad y la vida útil de la zanja. Esto indica que, para el año 2033, cuando las zanjas tengan una vida útil de 10 años, serán necesarias cuatro zanjas para la eliminación de residuos sólidos domiciliarios.

Tabla 14: Estimación del número de zanjas al año 2033 para el relleno sanitario de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Acora.

Año	Población	PPC	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS		ÁREA REQUERIDA		VOLUMEN DE LA ZANJA	DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA			TIEMPO DE MAQUINARIA		VIDA ÚTIL			
			Diario	Recolectados	Relleno Sanitario	Área Total		Vz	Profundidad	anch	Largo	Área		Tiempo	Días	# de zanjas a
Hab		kg/Hab/día		kg/día	m ²	m ²	m ³	(hz)	(a)	(l)	(A)	m	m	m	n	Año
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
2023	4251	0.31	1317.81	1186.03	192.72	250.54	256.18	3.00	6.00	14.23	85.39	2.29	2.44	0.40		
2024	4312	0.31	1350.02	1215.02	389.82	506.77	262.44	3.00	6.00	14.58	87.48	2.34	4.83	0.79		
2025	4373	0.32	1383.02	1244.72	592.03	769.64	268.86	3.00	6.00	14.94	89.62	2.40	7.16	1.18		
2026	4436	0.32	1416.82	1275.14	798.62	1038.21	275.43	3.00	6.00	15.30	91.81	2.46	9.42	1.55		
2027	4499	0.32	1451.46	1306.31	1010.32	1313.42	282.16	3.00	6.00	15.68	94.05	2.52	11.64	1.91		
2028	4564	0.33	1486.93	1338.24	1227.13	1595.27	289.06	3.00	6.00	16.06	96.35	2.58	13.80	2.27		
2029	4629	0.33	1523.28	1370.95	1449.78	1884.71	296.13	3.00	6.00	16.45	98.71	2.64	15.91	2.62		
2030	4695	0.33	1560.51	1404.46	1677.54	2180.80	303.36	3.00	6.00	16.85	101.12	2.71	17.97	2.95		
2031	4762	0.34	1598.66	1438.79	1911.14	2484.48	310.78	3.00	6.00	17.27	103.59	2.77	19.99	3.29		
2032	4830	0.34	1637.73	1473.96	2150.58	2795.75	318.38	3.00	6.00	17.69	106.13	2.84	21.95	3.61		
2033	4900	0.34	1677.76	1509.99	2395.86	3114.62	326.16	3.00	6.00	18.12	108.72	2.91	23.87	3.92		

Igualmente el número de zanjas requerido para los residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Acora, es de 24 zanjas respectivamente.

Tabla 15: Estimación del número de zanjas al año 2033 para el relleno sanitario de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Acora.

Año	Población	PPC	CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS		ÁREA REQUERIDA		VOLUMEN DE LA ZANJA	DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA			TIEMPO DE MAQUINARIA	VIDA ÚTIL	
			Diario	Recolectados	Relleno Sanitario	Área Total		Vz	Profundidad	anch			Largo
		kg/día		m ²	m ²	m ³	(hz)	(a)	(l)	(A)	Días	# de zanjas a	
Hab		kg/Hab/día	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14
2023	61	25.64	1564.04	1407.64	228.49	297.04	3.00	6.00	16.89	101.35	2.71	2.44	0.40
2024	62	25.90	1602.27	1442.04	462.09	600.72	3.00	6.00	17.30	103.83	2.78	4.82	0.79
2025	63	26.16	1641.43	1477.29	701.53	911.99	3.00	6.00	17.73	106.36	2.85	7.15	1.17
2026	64	26.42	1681.56	1513.40	946.81	1230.85	3.00	6.00	18.16	108.96	2.92	9.41	1.55
2027	65	26.68	1722.66	1550.39	1198.66	1558.26	3.00	6.00	18.60	111.63	2.99	11.63	1.91
2028	65	26.95	1764.76	1588.29	1456.35	1893.26	3.00	6.00	19.06	114.36	3.06	13.80	2.27
2029	66	27.22	1807.90	1627.11	1720.61	2236.79	3.00	6.00	19.53	117.15	3.14	15.91	2.62
2030	67	27.49	1852.09	1666.88	1990.71	2587.92	3.00	6.00	20.00	120.02	3.21	17.97	2.95
2031	68	27.76	1897.36	1707.63	2267.38	2947.59	3.00	6.00	20.49	122.95	3.29	19.98	3.28
2032	69	28.04	1943.74	1749.37	2551.35	3316.76	3.00	6.00	20.99	125.95	3.37	21.94	3.61
2033	70	28.32	1991.25	1792.13	2841.89	3694.46	3.00	6.00	21.51	129.03	3.46	23.86	3.92

Según manifiesta Ruiz (2021), el área necesaria para la instalación del relleno sanitario se determina luego de tener los resultados de los volúmenes de residuos proyectados a 10 años, los cuales cumplen los parámetros de la guía de diseño de áreas de disposición final de desechos sólidos del CEPIS.

4.3.3. Resumen de datos del dimensionamiento del relleno sanitario manual

En la tabla 16, se aprecia el resumen de datos del dimensionamiento del relleno sanitario manual para la disposición de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, indicando que se requiere en general un volumen del relleno sanitario de 31426.5m³, con un área aproximada de 6809.077m² (0.68Ha), con una profundidad para cada zanja de 3 metros con ancho de 6 metros y un largo de 19.51 metros, por ende se requiere 47.73 (48 zanjas); todo ello diseñada en la (**Tabla 16**).

Tabla 16: Resumen de datos del dimensionamiento del relleno sanitario manual.

Relleno sanitario manual al 2033							
Parámetro	Volumen del relleno sanitario (m ³)	Área del relleno sanitario	Dimensiones de la zanja (m)				Número de zanjas
			Profundidad	ancho	Largo	Área (m ²)	
Domiciliarios	14375.16	3114.62	3.00	6.00	18.12	108.72	23.87
No domiciliarios	17051.34	3694.457	3.00	6.00	21.51	129.03	23.86
Datos asumidos	31426.5	6809.077	3.00	6.00	19.81	118.88	47.73

En concordancia con Ruiz (2021), este tipo de investigación no solo se enfoca en el diseño y aplicación de un relleno sanitario para la gestión de los residuos sólidos si no que trata de dar solución a un problema desde las diferencias técnicas y posibles soluciones que puedan ser aplicadas en una población urbana. De esta manera la aplicación del reciclaje u otro tipo de tratamientos para los residuos sólidos son válidos y aplicables en la gestión y que quizás en complemento con la aplicación de un relleno sanitario manual logre optimizar dicha gestión por mucho más de 10 años.

Así mismo con respecto al estudio realizado por Ricardo et al. (2021); no se asemejan, diseñando un relleno sanitario con capacidad media de volumen acumulado de 16932,25 m³, con una superficie de unas 5,9 ha, 10 zanjas con una longitud media de 121,18 m, 35 m de anchura y 4 m de profundidad. Asimismo, tendrá cuatro metros de profundidad, 365

celdas de 73 por 5 metros, dimensiones de 7 metros de largo por 1,66 metros de ancho, y una vida útil de diez años.

4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.4.1. Comprobación de la hipótesis general

H_a : La propuesta de diseño de un relleno sanitario **permitirá** una adecuada disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023.

H_o : La propuesta de diseño de un relleno sanitario **no permitirá** una adecuada disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023.

De acuerdo a lo expuesto en todo el trabajo de investigación la implementación de un relleno sanitario en el distrito de Acora permitirá que se disponga adecuadamente los residuos sólidos; lo cual no generará perjuicio de los recursos naturales (agua, suelo y aire) ni a la salud de las personas; ante ello se acepta la hipótesis alterna H_a y se rechaza la hipótesis nula H_o .

4.4.2. Comprobación de la primera hipótesis específica

H_a : El estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora **es deficiente**.

H_o : El estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora **no es deficiente**.

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 4.1. donde se indica que el manejo de residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora no está en base a las consideraciones descritas por la "Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos" (RM. No 100-MINAM, 2019); además encontrado que no existe una separación selectiva de residuos tanto orgánicos e inorgánicos; también existen ciertos puntos donde la población deposita sus residuos al aire libre generando vectores como son las moscas y roedores; y realizando la disposición final en un botadero sanitario

ocasionado la contaminación del medio ambiente; por ende se acepta la hipótesis alterna H_a y se rechaza la hipótesis nula H_o .

4.4.3. Comprobación de la segunda hipótesis específica

H_a : La generación per cápita, composición y densidad **permitirán** conocer la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Acora.

H_o : La generación per cápita, composición y densidad **no permitirán** conocer la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Acora.

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 4.2.1. en donde se indica la generación per cápita; en base a los pesos de los residuos por habitante por día; de igual manera se presenta la composición de residuos sólidos donde se indica que existe una mayor proporción de residuos orgánicos con respecto a los inorgánicos; y además se calcula la densidad en base a los pesos y el volumen de los mismos; se entiende que con la información recolectada se puede caracterizar los residuos sólidos producidos en el distrito de Acora; por ende se acepta la hipótesis alterna H_a y se rechaza la hipótesis nula H_o .

4.4.4. Comprobación de la tercera hipótesis específica

H_a : **Es factible** realizar una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos acorde a la generación de residuos sólidos para el distrito de Acora.

H_o : **No es factible** realizar una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos acorde a la generación de residuos sólidos para el distrito de Acora.

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 4.3. en donde el dimensionamiento del relleno sanitario está en base a la cantidad de residuos sólidos generados en el distrito de Acora siendo en este caso una cantidad de generación de residuos sólidos per cápita de 0.31kg/hab/día; ante ello se puede decir que acepta la hipótesis alterna H_a y se rechaza la hipótesis nula H_o .

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a los resultados hallados se ha diseñado un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos proyectado a 10 años, considerando una razón de crecimiento del 1.43% anual, al año 2033; presentando una capacidad de almacenamiento de 31426.5m^3 ; por ello se requiere un área de terreno de 6809.077m^2 (0.68Ha), para un relleno sanitario de tipo de zanja o trinchera; con dimensiones de (3 metros de profundidad; 6 metros de ancho y 19.51m de largo); con un número total de 48 zanjas.

Asi mismo con respecto a Arocutipa (2022), no son similares; el cual diseñó un relleno sanitario para la ciudad de Huancane con una vida útil de 20 años, utilizando la técnica de trinchera, cubriendo un total de 40 trincheras con un volumen de 4078m^3 y $1328,19\text{m}^2$ de área cada una, con una capacidad de confinamiento de $18.378,48\text{m}^3$ de residuos sólidos, necesitando un área de $6.6187,06\text{m}^2$; en el cual indica que la gestión de residuos sólidos de Huancané necesita mejoras; por ello, se deben practicar habilidades adecuadas de manejo de residuos sólidos para disminuir el peligro de contaminación por residuos sólidos en la localidad.

Pereda & Vigo (2021), tampoco son similares diseñó un vertedero sanitario que tiene una capacidad diaria de hasta 6 toneladas de basura; el método de edificación empleado fue trinchera dependiendo de las características del suelo y topográficas. La celda o infraestructura de disposición final requerirá $2054,79\text{m}^2$ y en sus 5 años de vida útil podrá almacenar $12398,78\text{m}^3$ de basura, con una superficie de 1.2ha; en este aspecto la disposición básica de la infraestructura se planificó teniendo en cuenta las zonas de operación y las zonas auxiliares del relleno sanitario.

Con respecto al estudio de Causa (2019), no es similar porque, para una vida útil de 5 años, se dimensionó para una población de 1377 personas con una generación de residuos de 160,2 toneladas anuales. También calculó un volumen mínimo de $3321,73\text{m}^3$, con una superficie útil mínima de $1384,05\text{m}^2$ y una superficie adicional de $1660,9\text{m}^2$.

Además Toruño & Lopez (2017), tampoco se asemejan realizó el diseño de un relleno sanitario de 18,361.6m²; con una PPC de 0.73kg/hab/día, para acumular los residuos sólidos que produce los pobladores de Villa el Carmen, Samaria y Los Cedros del departamento de Managua-Nicaragua, en este aspecto se aprecia una elevada producción per cápita, siendo principalmente por que no presenta un plan de manejo de residuos sólidos respectivamente.

Ruiz (2021), diseño del relleno sanitario manual mejorará la gestión de residuos sólidos del distrito de Tintay, Apurímac, para 10 años en un área de 2502,72m² (0.25 ha), con dimensiones de 36m de ancho por 69,62m de largo y 9m de alto; dado que la región es semiplana, el sitio del relleno sanitario es adecuado para erigirse, además el relleno sanitario mejorará la gestión integrada de residuos sólidos del distrito de Tintay.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La principal fuente generadora viene a ser principalmente de los domicilios, donde no existe una separación selectiva de residuos tanto orgánicos e inorgánicos, lo cual conlleva a su desaprovechamiento, de igual forma el almacenamiento lo realizan en recipientes de bolsas, además existen puntos donde la población deposita sus residuos al aire libre generando vectores como son las moscas y roedores, asimismo la recolección de los residuos se realiza mediante la unidad recolectora lo cual lo realiza por rutas ya establecidas por la municipalidad, transportándose hacia el botadero sanitario, lo cual lo realizan de 2 viajes por semana, y finalmente con respecto a la disposición final es en el sector sector “Apacheta” de la comunidad Comitiri a 3 kilómetros de la ciudad, recalcando que al no contar con un régimen de selección en origen, son transportados y depositados en el botadero sanitario, ocasionado la contaminación del medio ambiente.

SEGUNDA: La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios es de 0.31kg/hab/día, con una composición predominante de 62.97% de residuos aprovechables y 37.03% de residuos no aprovechables, y con una densidad de 79.31kg/m³, mientras que la generación per cápita de residuos sólidos no domiciliarios es de 25.64kg/establecimiento/día, con una composición predominante de 70.07% de residuos aprovechables y 29.93% de residuos no aprovechables, y con una densidad de 85.22kg/m³.

TERCERA: El dimensionamiento del relleno sanitario estará proyectado para un tiempo mínimo de vida útil de 10 años, considerando la tasa de crecimiento del 1.43% anual, al

año 2033; presentando una capacidad de 31426.5m^3 de almacenamiento de residuos sólidos; requiriendo un área de terreno de 6809.077m^2 (0.68Ha), todo ello para el método de zanja o trinchera; con dimensiones de (3m de profundidad; 6 metros de ancho y 19.51m de largo); con un número total de 48 zanjas.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Para garantizar un transporte de residuo seleccionado y producir la recuperación de residuos, la municipalidad de la ciudad de Acora necesita adquirir más equipos de recogida de residuos; además para reducir el peligro de contaminación, también se recomienda que el municipio cree planes y supervise la financiación para una gestión eficiente de los residuos sólidos.

SEGUNDA: Para reducir los efectos adversos sobre el medio ambiente en la ciudad de Acora, tener en cuenta las conclusiones de esta investigación a la hora de diseñar los demás elementos de una infraestructura de eliminación de residuos sólidos. Además, realizar estudios para encontrar lugares adecuados para la construcción de esta infraestructura y reducir los problemas relacionados con los residuos sólidos a los que se enfrenta actualmente la ciudad de Acora.

TERCERA: Que para concientizar a la población y reducir la contaminación ambiental, se debe implementar en las provincias y distritos de la región Puno y del país, organizaciones como la municipalidad, UGELs, representantes del MINSA y MINAM, así como planes de minimización de residuos sólidos domiciliarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Arevalo, O., & Panta, I. (2020). *Diseño de relleno sanitario para el distrito de Bernal—Sechura – Piura, 2020*. Universidad Cesar Vallejo.
- Arocutipa, C. (2022). *Manejo y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Huancané, provincia de Huancané—Puno*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Banco Mundial. (2016). *Basura Cero—Los residuos sólidos en el epicentro del Desarrollo Sostenible*.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/03/waste-not-want-not---solid-waste-at-the-heart-of-sustainable-development>
- Causa, Y. (2019). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales y propuesta de diseño de relleno sanitario manual para el distrito de Cairani—Provincia Candarave – Tacna*. Universidad Privada de Tacna.
- DL N° 1278. (2017). *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Ministerio del Ambiente.
- FAO. (2016). *Plataforma de territorios inteligentes*. <https://bit.ly/365xQww>
- Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Fernandez, I. (2010). *Diseño y factibilidad de relleno sanitario manual para el municipio de la Libertad, departamento de la Libertad*. Universidad de El Salvador.
- Huacoto, R., Huarachi, W. (2021). *Diseño de relleno sanitario implementando geomembrana para la disposición final de residuos sólidos en Acora-Puno 2020*. Universidad César Vallejo.
- INEI. (2017). *Censos nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Inofuente, S. (2022). *Propuesta de un sistema de gestión de los residuos sólidos mediante un relleno sanitario manual, para la ciudad de Azángaro*. Universidad Nacional del Altiplano.

- MINAM. (2015). *Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)*. Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2018). *Guía para la caracterización de Residuos Sólidos Municipales*. Ministerio del Ambiente.
- OPS/CEPIS. (2002). *Guía para el diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Ordoñez, S., & Reyes, F. (2022). *Diseño del relleno sanitario para residuos sólidos no peligrosos—Cantón la Maná, provincia de Cotopaxi*. Universidad de Guayaquil.
- Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la Ciudad de Sandía – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Pereda, G., & Vigo, A. (2021). *Diseño de relleno sanitario para el distrito de Magdalena, Cajamarca*. Universidad César Vallejo.
- Pullay, C., & Andrade, D. (2022). Diseño del relleno sanitario en el Cantón Pallatanga, provincia del Chimborazo. *Universidad de Guayaquil*, 9, 1-22.
- Quispe, R. (2018). *Evaluación del diseño de infraestructura de relleno sanitario para la localidad de Ocuwiri, distrito de Ocuwiri, provincia de Lampa – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Ramos, D. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 1-8.
- Ricardo, J., Huaman, M., & Callupe, N. (2021). *Diseño de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales en el distrito de El Tambo—Huancayo 2021*. Universidad Continental.
- RM. N° 100-MINAM. (2019). *Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos*. Ministerio del Ambiente.
- Ruiz, S. (2021). *Diseño de un Relleno Sanitario Manual para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, Distrito Tintay, Apurímac*. Universidad César Vallejo.
- Samudio, R. (2018). *Descripción del manejo de residuos sólidos para el distrito de Bella*

Unión Provincial de Caraveli, Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Tejada, A. (2018). *Diseño del relleno sanitario para el distrito de San José, provincia de Pacasmayo – La Libertad*. Universidad César Vallejo.

Tello, P., Campani, D., & Rosalba, D. (2018). *Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos*. AIDIS.

Toruño, G., & Lopez, B. (2017). *Diseño de un Relleno Sanitario para la ciudad de Villa el Carmen, departamento de Managua*. Universidad Nacional de Ingeniería.

Yara, M. (2020). *Diseño de un Relleno Sanitario Manual para Residuos Sólidos Generados en el Centro Poblado Morro Sama, Las Yaras—Tacna*. Universidad Privada de Tacna.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia PROPUESTA DE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE ACORA, PUNO - 2023.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD	METODOLOGÍA
<p>General</p> <p>¿En qué medida es viable una propuesta de diseño de un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023?</p>	<p>General</p> <p>Proponer el diseño de un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023.</p>	<p>General</p> <p>La propuesta de diseño de un relleno sanitario permitirá una adecuada disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora, Puno - 2023.</p>	<p>Independiente</p> <p>Relleno sanitario.</p>	Dimensionamiento del relleno sanitario.	<p>Volumen de residuos sólidos.</p> <p>Volumen del material de cobertura.</p> <p>Volumen del relleno sanitario.</p> <p>Área requerida.</p> <p>Volumen de zanja.</p> <p>Dimensionamiento de zanja.</p> <p>Tiempo de maquinaria.</p> <p>Vida útil del relleno.</p>	<p>m³/día</p> <p>m³</p> <p>m³/año</p> <p>m²</p> <p>m³</p> <p>m</p> <p>días</p> <p>años</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Descriptivo.</p> <p>Diseño de investigación</p>
<p>Específicas</p> <p>¿Cómo es el estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora?</p> <p>¿Cómo es la caracterización de los residuos sólidos en el distrito de Acora?</p> <p>¿Es factible realizar una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora?</p>	<p>Específicas</p> <p>Determinar el estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora.</p> <p>Determinar la generación per cápita, composición y densidad de residuos sólidos en el distrito de Acora.</p> <p>Dimensionar un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos generados en el distrito de Acora.</p>	<p>Específicas</p> <p>El estado actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Acora es deficiente.</p> <p>La generación per cápita, composición y densidad permitirán conocer la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Acora.</p> <p>Es factible realizar una propuesta de relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos acorde a la generación de residuos sólidos para el distrito de Acora.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Disposición final de residuos sólidos.</p>	<p>Manejo de residuos sólidos.</p> <p>Caracterización de residuos sólidos.</p>	<p>Almacenamiento.</p> <p>Barrido de calles y espacios públicos.</p> <p>Recolección y transporte.</p> <p>Disposición final.</p> <p>Generación per cápita de residuos sólidos.</p> <p>Composición física de residuos sólidos.</p> <p>Densidad de los residuos sólidos.</p>	<p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>kg/Hab /día</p> <p>%</p> <p>kg/m³</p>	<p>No experimental.</p>

Anexo 02: Volante informativo para la caracterización de residuos sólidos.

--Residuos Sólidos

Se le llama residuo sólido o basura a todo material que generamos durante nuestras actividades y que ya no puede ser más útil.

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Residuos No Peligrosos:

- **Orgánicos:** alimentos, comidas, frutas.
- **Papel y cartón:** papel blanco corriente, periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, sobres, cajas de cartón.
- **Vidrio:** envases, botellas, vasos, envases de alimentos, perfumes.
- **Plástico:** botellas de gaseosa, botellas de agua
- **Residuos Generales:** bolsas de plástico, cucharitas y platos de plástico, lapiceros, vasos Tecnopor, platos Tecnopor, envolturas de golosinas, galletas, snacks, tetrapack, residuos de lápiz al tejar, grapas y clips, folderes plastificados, archivadores, servilletas usadas.
- **Metales:** tubos, perfiles, fierros de construcción, latas de conserva, leche, gaseosas, lapas de metal, envases de alimentos y bebidas, contenedores, viruta metálica, herramientas dadas de baja, entre otros.

Residuos Peligrosos:

- Cartuchos y Tonner: cartuchos de equipo fotocopiado, tonner de impresoras y fotocopias.
- Pilas: pilas de diferente tamaño y modelo.
- Fluorescentes: fluorescentes y focos malogrados.

Reaprovechamiento


Este proceso consiste en volver a utilizar materiales que fueron desechados, y que aún son aptos para elaborar otros productos o re-fabricar los mismos.

Para un manejo óptimo de los residuos sólidos hay que recordar las 3 "R"





Reducir el volumen de los residuos que generamos

Reutilizar los materiales que aún pueden servir, en lugar de desecharlos.

Reciclar, transformar los materiales de desecho para crear nuevos productos.



• **Nota:** Los residuos podrán ser reciclados siempre y cuando sean clasificados en la fuente de origen.

¿Queremos esto?



¿O mejor esto?



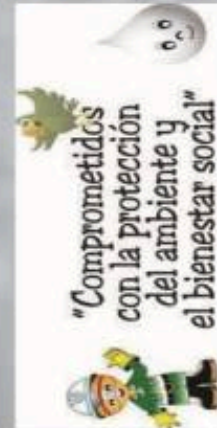
Capacitación
sobre la
caracterización
de residuos
sólidos



TÚ
DECIDES



“El reciclaje no
soluciona los
problemas
ambientales.....
sino las
consecuencias del
problema.”

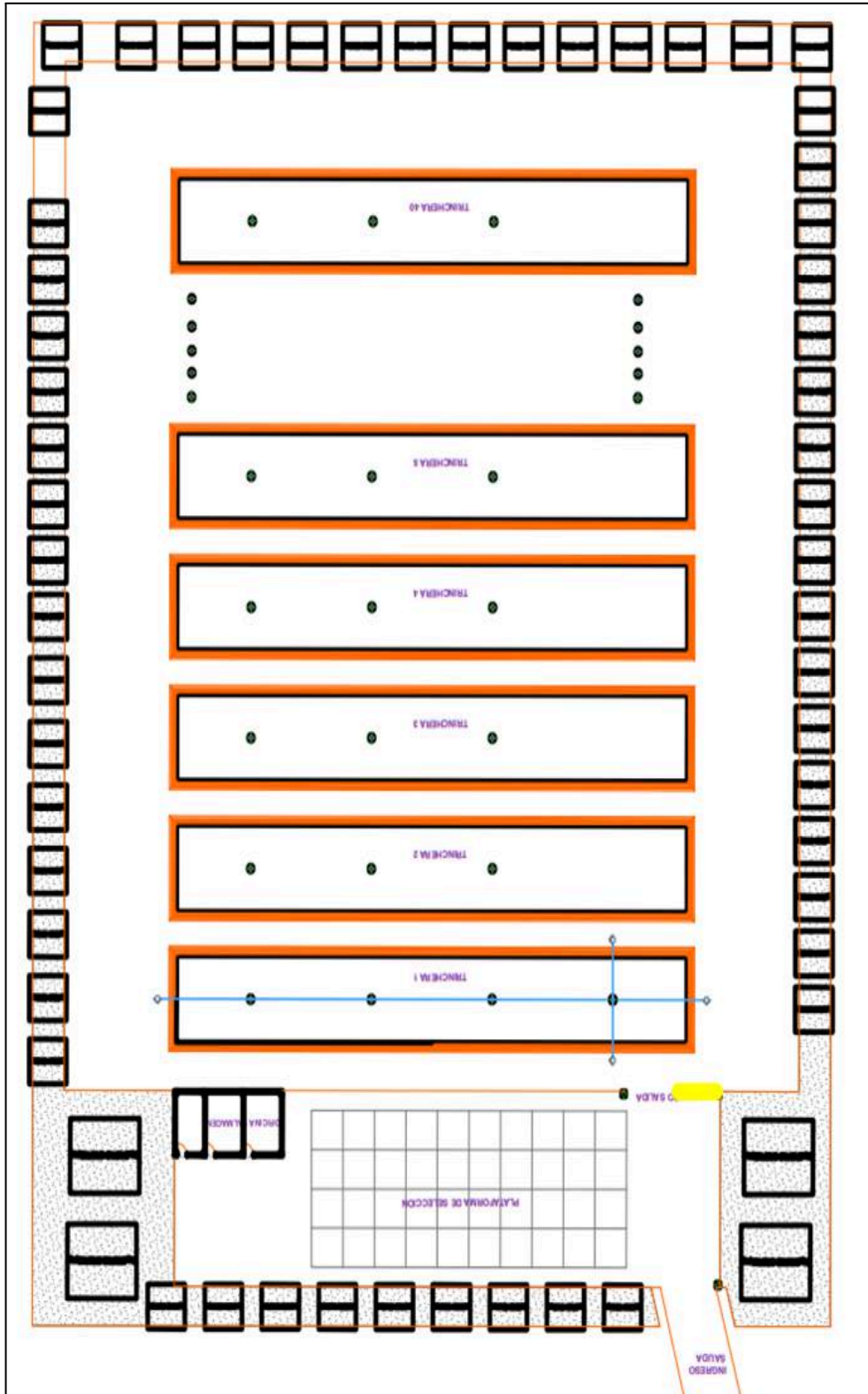


2023

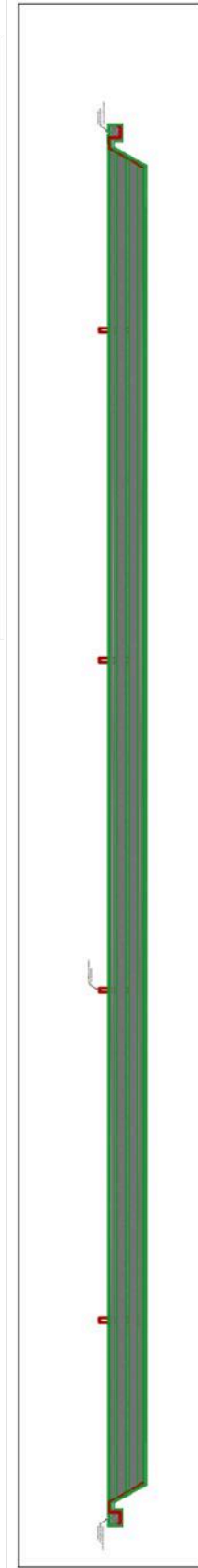
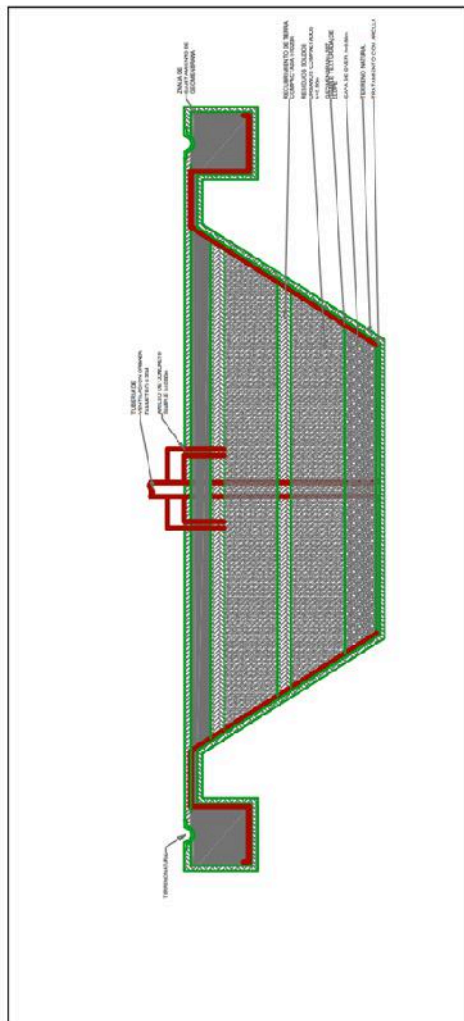
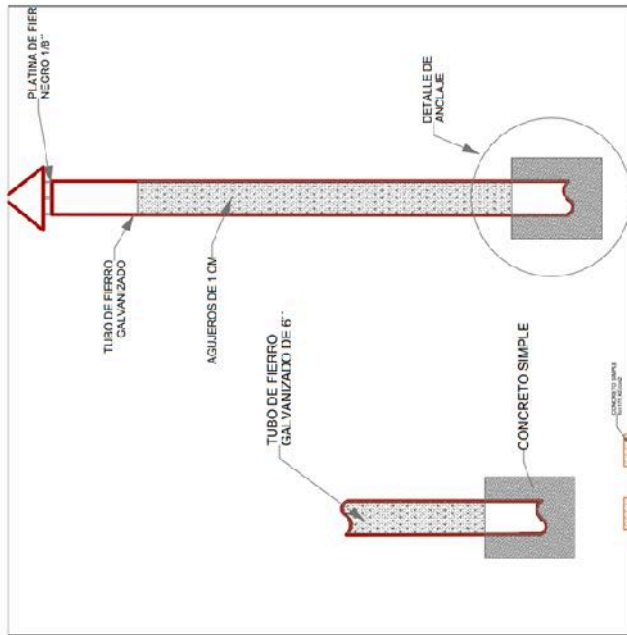
MUNICIPALIDAD
DISTRICTAL DE
ACORA



Anexo 03: Propuesta del relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos.



Nota: Vista general del relleno sanitario propuesto.



Nota: Vista en corte de las zanjas para relleno de los residuos sólidos

Anexo 04: Panel fotográfico de la disposición final de residuos sólidos del distrito de Acora.



Figura 02: Disposición final de los residuos sólidos en el suelo, sin presencia de un impermeabilizante.



Figura 03: Disposición de residuos en zonas aledañas al distrito de Acora.

Anexo 05: Panel fotográfico de la caracterización de residuos sólidos del distrito de Acora.



Figura 04: Padronamiento de participantes del estudio de caracterización de residuos sólidos.

Figura 05: Capacitación a los participantes del estudio de caracterización sobre la segregación de residuos sólidos.



Figura 06: Capacitación al personal de limpieza de la municipalidad sobre el estudio de caracterización de residuos sólidos.



Figura 07: Entrega de bolsas plásticas para la segregación de los residuos sólidos.





Figura 08: Recolección de residuos sólidos de los establecimientos participantes.



Figura 09: Zona de acopio de los residuos sólidos recolectados.



Figura 10: Pesaje de los residuos sólidos recolectados para la determinación de la generación per cápita.



Figura 11: Preparación del recipiente para la determinación de la densidad de los residuos sólidos recolectados.



Figura 12: Pesaje de los residuos sólidos recolectados para la determinación de la densidad.





Figura 13: Pesaje de los residuos sólidos recolectados para la determinación de la composición.