

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería ambiental



Una Institución Adventista

**Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de
Jepelacio, San Martín**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Por:

Alberto Flores Mendoza
Shelsen Joel Cubas Perez

Asesor:

Carmelino Almaster Villegas

Tarapoto, setiembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Mg. Carmelino Almestar Villegas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de Jepelacio, San Martín”** constituye la memoria que presentan los **Bachilleres Shelsen Joel Cubas Perez y Alberto Flores Mendoza** para optar el título de Profesional de Ingenieros Ambientales, ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Morales, el 24 de septiembre del año 2020.



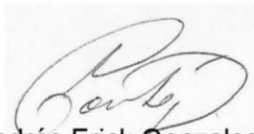
Ing. Carmelino Almestar Villegas

Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de Jepelacio,
San Martín

TESIS


Presentada para optar el título profesional de ingenieros ambientales

JURADO CALIFICADOR



Mg. Andrés Erick Gonzales López

Presidente



Mtra. Dayani Shirley Romero Vela

Secretario



Ing. Jessica Quipas Pezo

Vocal



Ing. Carmelino Almestar Villegas

Asesor

Morales, 24 de septiembre de 2020

Dedicatoria

A Dios por darme fuerza y perseverancia para seguir adelante y no desanimar en mis objetivos, quién siempre me apoya y me guía por el buen camino, a mis padres, Adelmo y Carmen quienes me dieron la vida, educación, y su apoyo incondicional.

A Alberto Flores por darme su apoyo y consejos para seguir Adelante y poder culminar el objetivo trazado.

Al señor Máximo Calderón Hurtado por darme sus consejos cada día y alentarme a culminar este proyecto.

Shelsen Joel Cubas Perez

Dedicatoria

A Dios, que me da la fortaleza cada día para seguir adelante y por haberme permitido llegar hasta este punto, a mis queridos padres María y Alberto por su amor incondicional y por el apoyo constante en cada etapa de mi vida.

A Shelsen Joel por ser un gran amigo y brindarme su apoyo y buenos consejos para seguir adelante y poder culminar el objetivo trazado.

A mis hermanas Iriana, Juvicsa y Fiorella por brindarme su apoyo, consejos y cariño para seguir adelante.

Alberto Flores Mendoza

Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento al Ing. Carmelino Almestar Villegas por aceptar ser nuestro asesor y ayudarnos incondicionalmente durante la realización de este proyecto. A todos aquellos compañeros, ingenieros, y demás personas por los conocimientos, sugerencias y consejos brindados durante todo este tiempo.

Agradecemos a los docentes de la Escuela de Ingeniería Ambiental, por habernos apoyado incondicionalmente haciendo posible la realización de este trabajo.

Agradecemos a la Universidad Peruana Unión, por habernos albergado durante estos años y otorgado la oportunidad de vivir esta grata experiencia universitaria.

Índice

Índice	vii
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras	xiv
Índice de cuadros	xv
Índice de anexos.....	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract	xviii
CAPÍTULO I.....	19
Introducción.....	19
1.1. Identificación del problema	19
1.2. Objetivos	20
1.3. Justificación	20
1.4. Presuposición filosófica	21
CAPÍTULO II	22
Revisión de literatura	22
2.1. Residuos sólidos.....	22
2.2. Impacto ambiental de los residuos sólidos.....	22
2.3. Caracterización de los residuos sólidos.....	23
2.4. Residuos sólidos urbanos	23
2.4.1. Características de los residuos sólidos.....	23
2.4.2. Formas de disposición de residuos sólidos urbanos	26
2.4.3. Alternativas de reciclaje de los residuos sólidos urbanos.....	27
2.4.3.1. Clasificación del reciclaje de residuos sólidos.....	27
2.5. Definición de relleno sanitario	28
2.6. Clasificación de los rellenos sanitarios	28
2.6.1.1. Relleno sanitario manual.....	28
2.6.1.2. Relleno sanitario semi-mecanizado.....	29
2.6.1.3. Relleno sanitario mecanizado.....	29
2.7. Ventajas y desventajas de un relleno sanitario	30
2.8. Descripción de la línea base del distrito de Jepelacio	31
2.8.1. Aspectos físico-geográficos	31
2.8.2. Unidades hidrográficas	31
2.8.3. Meteorología y climatología	32
2.8.4. Aspectos demográficos	33

2.8.5.	Salud y educación	33
2.8.6.	Limpieza pública	34
2.8.7.	Descripción de flora y fauna	35
2.9.	Marco legal sobre disposición final de residuos sólidos.....	36
2.10.	Antecedentes de la investigación	37
2.10.1.	Antecedentes internacionales	37
2.10.2.	Antecedentes nacionales	38
CAPÍTULO III		39
Materiales y métodos.....		39
3.1.	Descripción del lugar de ejecución.....	39
3.2.	Densidad poblacional.....	41
3.3.	Diseño de investigación.....	41
3.4.	Formulación de la hipótesis	41
3.5.	Identificación de variables.....	41
3.5.1.	Variables de caracterización.....	41
3.5.2.	Variables del diseño del relleno sanitario	41
3.6.	Operacionalización de variables	42
3.7.	Diseño del relleno sanitario manual	42
3.7.1.	Selección y características del sitio	43
3.7.1.1.	<i>Tipo de suelo</i>	43
3.7.1.2.	<i>Permeabilidad del suelo</i>	44
3.7.1.3.	<i>Profundidad del nivel freático</i>	44
3.7.1.4.	<i>Disponibilidad del material de cobertura</i>	44
3.7.2.	Condiciones climatológicas.....	44
3.7.3.	Aspectos demográficos	44
3.7.3.1.	<i>Población</i>	44
3.7.3.2.	<i>Proyección de la población</i>	45
3.7.4.	Aspectos generales de los residuos sólidos	45
3.7.4.1.	<i>Generación per cápita</i>	45
3.7.4.2.	<i>Producción total</i>	45
3.7.4.3.	<i>Proyección de la producción total</i>	46
3.7.5.	Selección del método de relleno	46
3.7.5.1.	<i>Método de zanja o trinchera</i>	46
3.7.5.2.	<i>Método de área</i>	47
3.7.5.3.	<i>Combinación de ambos métodos</i>	48

3.7.6.	Cálculos necesarios	49
3.7.6.1.	<i>Densidad de los residuos sólidos.</i>	49
3.7.6.2.	<i>Cálculo del volumen necesario para el relleno sanitario</i>	50
3.7.6.3.	<i>Volumen de residuos sólidos</i>	50
3.7.6.4.	<i>Volumen del relleno sanitario</i>	51
3.7.6.5.	<i>Cálculo de la celda diaria</i>	52
3.7.6.7.	<i>Gestión de lixiviados</i>	55
3.7.6.8.	<i>Generación de gases</i>	57
3.7.6.9.	<i>Cálculo de la vida útil.</i>	58
3.7.7.	Operación, mantenimiento y cierre técnico	58
3.7.7.1.	<i>Clausura del botadero municipal</i>	58
3.7.7.2.	Operación y mantenimiento del relleno sanitario	59
3.8.	Instrumentos de recolección de datos.	60
3.8.1.	Sistema de posicionamiento global (GPS)	60
3.8.2.	Estudio de caracterización de residuos sólidos	60
3.8.2.1.	<i>Determinación del número de muestras.</i>	61
3.8.2.2.	<i>Procedimientos metodológicos para la realización del estudio</i>	61
3.8.3.	Selección de sitio	62
3.8.3.1.	<i>Pasos de metodología.</i>	62
3.8.4.	Levantamiento topográfico	63
3.8.5.	Diseño del relleno sanitario	64
3.8.6.	Evaluación de impacto ambiental (EIA)	64
3.8.6.1.	<i>Trabajo de campo</i>	64
3.8.6.2.	<i>Trabajo de gabinete</i>	64
3.8.6.3.	<i>Criterios de evaluación</i>	65
CAPÍTULO IV	68
Resultados y discusión	68
4.1.	Diagnóstico del sistema actual que tiene la municipalidad de Japelacio para los residuos sólidos	68
4.1.1.	Manejo actual de los residuos	68
4.1.2.	Almacenamiento de residuos	69
4.1.3.	Puntos críticos	70
4.1.4.	Servicio de barrido	70
4.2.	Estudios básicos para el diseño del relleno sanitario	70
4.2.1.	Estudio de caracterización de los residuos sólidos	70

4.2.1.1.	<i>Generación per cápita (GPC)</i>	71
4.2.1.2.	<i>Determinación de la densidad</i>	72
4.2.1.3.	<i>Composición de los residuos sólidos municipales domiciliarios</i>	72
4.2.1.4.	<i>Composición de los residuos sólidos municipales no domiciliarios</i>	74
4.2.1.5.	<i>Determinación del número de muestras</i>	75
4.2.1.6.	<i>Zonificación del distrito</i>	75
4.2.1.7.	<i>Determinación y proyección de la población actual</i>	75
4.2.1.8.	<i>Determinación del tamaño y distribución de la muestra</i>	75
4.2.2.	<i>Propuesta de diseño del relleno sanitario manual</i>	77
4.2.2.1.	<i>Selección del método de relleno</i>	77
4.2.2.2.	<i>Aspectos demográficos</i>	77
4.2.2.3.	<i>Proyección de la población</i>	77
4.2.2.4.	<i>Proyección de la generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos</i>	78
4.2.2.5.	<i>Proyección de la producción total</i>	78
4.2.2.6.	<i>Cálculo del volumen necesario</i>	80
4.2.2.7.	<i>Cálculo del área requerida</i>	82
4.2.2.8.	<i>Cálculo de la vida útil</i>	83
4.2.2.9.	<i>Diseño de las obras de drenaje</i>	88
4.2.2.10.	<i>Diseño de obras complementarias</i>	89
4.2.2.11.	<i>Inicio, operación y mantenimiento del relleno sanitario</i>	91
4.2.3.	<i>Estudio de selección del sitio</i>	97
4.2.3.1.	<i>Generalidades</i>	97
4.2.3.2.	<i>Descripción de los sitios seleccionados</i>	98
4.2.3.3.	<i>Resultados de la evaluación de las áreas</i>	100
4.2.3.4.	<i>Topografía</i>	101
4.2.3.5.	<i>Estudio de suelo</i>	101
4.2.4.	<i>Estudio de impacto ambiental</i>	102
4.2.4.1.	<i>Generalidades</i>	102
4.2.4.2.	<i>Componentes ambientales y actividades del proyecto</i>	103
4.2.4.3.	<i>Clasificación de impactos</i>	104
4.2.4.4.	<i>Identificación de los impactos ambientales</i>	104
4.2.4.5.	<i>Análisis gráfico de la matriz Leopold</i>	109
4.2.4.6.	<i>Descripción y evaluación de los impactos ambientales</i>	111
4.2.4.7.	<i>Descripción de las medidas de prevención y/o mitigación</i>	114
4.3.	<i>Discusiones</i>	114

CAPÍTULO V	116
Conclusiones y recomendaciones	116
5.1. Conclusiones.....	116
5.2. Recomendaciones.....	117
Referencias	118
ANEXOS	124

Índice de tablas

Tabla 1. Síntesis de las principales ventajas y limitaciones del relleno sanitario	30
Tabla 2. Características de la población	33
Tabla 3. Información educativa del distrito de Jepelacio	34
Tabla 4. Operacionalización de variables de la investigación.....	42
Tabla 5.Cálculo para conocer la cantidad de trabajadores a emplearse.	54
Tabla 6.Descripción de los criterios de la magnitud e importancia de los Impactos	65
Tabla 7. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo para su uso con la matriz Leopold	66
Tabla 8. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo para su uso con la matriz Leopold	67
Tabla 9. Funciones del personal del área de residuos sólidos de la municipalidad de Jepelacio	69
Tabla 10. Viviendas y habitantes del distrito de Jepelacio	71
Tabla 11. Proyección de la cantidad de habitantes y la cantidad de residuos sólidos	71
Tabla 12. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios.....	72
Tabla 13. Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios.....	72
Tabla 14. Composición física detallada de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Jepelacio, datos de una semana (7 días).....	73
Tabla 15. Composición física detallada de los residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Jepelacio, datos de una semana (7 días).....	74
Tabla 16. Tamaños de muestra para diversas cantidades de viviendas en las ciudades o localidades.....	76
Tabla 17. Zonificaciones recomendadas de acuerdo a rangos para cantidades de viviendas en los distritos	76
Tabla 18. Número de muestras por nivel socioeconómico	76
Tabla 19. Distribución de la muestra de acuerdo al ámbito de recojo de residuos que tiene la municipalidad	76
Tabla 20. Proyección de la generación de residuos sólidos del distrito de Jepelacio	79
Tabla 21. Proyección de la cantidad a disponer de residuos sólidos en Jepelacio.....	80
Tabla 22. Volumen requerido para el relleno sanitario con vida útil de 15 años	85
Tabla 23.Volumen y Área requerido para el relleno sanitario con vida útil de 15 años	85
Tabla 24. Cálculo de la mano de obra	87
Tabla 25. Parámetros usados para la elaboración del mapa de selección	98
Tabla 26. Alternativas pre seleccionadas.....	99
Tabla 27. Coordenadas UTM WGS84 de la alternativa 03.....	99
Tabla 28. Distancias de las alternativas seleccionadas a la Municipalidad de Jepelacio.	100
Tabla 29. Orden de mérito según los puntajes alcanzados	100

Tabla 30. Componentes y factores ambientales	103
Tabla 31. Principales actividades del proyecto.....	103
Tabla 32. Matriz resumen de la cantidad de impactos encontrados en los medios	109
Tabla 33. Matriz resumen de la cantidad de impactos encontrados en las etapas	109
Tabla 34. Medidas a considerar para mitigar los impactos.....	114

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de las fases de la biodegradación.....	25
Figura 2. Ubicación del Distrito de Jepelacio.....	40
Figura 3. Método de trinchera para construir un relleno sanitario.....	47
Figura 4. Método de área para construir un relleno sanitario.....	47
Figura 5. Método de área para construir un relleno sanitario.....	48
Figura 6. Combinación de ambos métodos para construir un relleno sanitario	49
Figura 7. Esquema de la metodología a realizar para la elaboración del estudio de caracterización de RRSS.	61
Figura 8. Esquema de la metodología para la selección de sitio	63
Figura 9. Esquema del diseño del Relleno Sanitario Manual.....	64
Figura 10. Esquema de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	67
Figura 11. Esquema de los residuos sólidos en Jepelacio	68
Figura 12. Etapas del Proyecto	91
Figura 13. Ingreso del vehículo por encima de la celda y descarga de la basura.	93
Figura 14. Material de cobertura listo para ser usado.	94
Figura 15. Topografía de la alternativa 01.....	101
Figura 16. Topografía de la alternativa 02.	101
Figura 17. Topografía de la alternativa 03.	101
Figura 18. Análisis gráfico del impacto en la construcción	109
Figura 19. Análisis gráfico del impacto en la operación	110
Figura 20. Análisis gráfico del impacto en el cierre.....	111

Índice de cuadros

Cuadro 1. Escala de clasificación de impactos	104
Cuadro 2. Matriz de Leopold (Magnitud – Importancia)	105
Cuadro 3. Resultados de la evaluación con la matriz de Leopold.....	107

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia	125
Anexo 2. Relación entre el tipo de suelo, el coeficiente de permeabilidad y su aceptación para drenaje y relleno sanitario - Coeficiente de Permeabilidad k (cm/s), (Escala logarítmica).....	126
Anexo 3. Proyección de la población	127
Anexo 4. Cálculo de la GPC	128
Anexo 5. Memoria de cálculos para el “Diseño de un Relleno Sanitario Manual del distrito de Jepelacio, región San Martín”	140
Anexo 6. Datos de la selección de sitio	155
Anexo 7. Datos del estudio de impacto ambiental	172
Anexo 8. Presupuesto	175
Anexo 9 . Planos.....	178
Anexo 10. Solicitud de permiso a la Municipalidad Distrital de Jepelacio.....	186
Anexo 11. Autorización por parte de la Municipalidad Distrital de Jepelacio.....	187

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue Diseñar un relleno sanitario manual para la disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Jepelacio - San Martín. Para ello se desarrolló las siguientes actividades: caracterización los residuos sólidos, cálculo del área y volumen del relleno, selección de sitio y cálculo de la magnitud del impacto ambiental del relleno sanitario. La investigación tuvo un diseño no experimental transversal de tipo descriptivo. Se obtuvo una generación promedio de residuos sólidos municipales (domiciliarios y no domiciliarios) en los 15 años de 3.518 ton/día. El volumen acumulado de 46,239.122 m³ y requiriendo un área aproximada de 2.384ha para una vida útil de 15 años. La alternativa seleccionada para la construcción del relleno, presenta una distancia mayor a 1 km de la vivienda más cercana, no presenta riesgo de inundaciones, además de cumplir con todos los requisitos técnicos establecidos en la normativa nacional. Asimismo, en la evaluación del impacto ambiental del relleno se observa impactos tanto positivos como negativos en las etapas de construcción operación y cierre. Se concluye que la propuesta de relleno sanitario manual servirá a los gestores municipales para tomar decisiones en cuanto a manejo adecuado de los residuos sólidos.

Palabras clave: Residuos sólidos, relleno sanitario manual, impacto ambiental

Abstract

The objective of this research was to design a manual sanitary landfill for the final disposal of solid waste in the Jepelacio - San Martín district. For this, the following activities were carried out: characterization of solid waste, calculation of the area and volume of the landfill, site selection and calculation of the magnitude of the environmental impact of the sanitary landfill. The research had a descriptive, non-experimental cross-sectional design. An average generation of municipal solid waste (household and non-household) was obtained in the 15 years of 3,518 tons/day. The accumulated volume of 46,239.122m³ and requiring an approximate area of 2.384 ha for a useful life of 15 years. The alternative selected for the construction of the landfill, presents a distance greater than 1 km from the nearest house, does not present a risk of flooding, in addition to complying with all the technical requirements established in national regulations. Likewise, in the evaluation of the environmental impact of the landfill, both positive and negative impacts are observed in the construction, operation and closure stages. It is concluded that the proposal of manual sanitary landfill will serve the municipal managers to make decisions regarding the adequate management of solid waste.

Key words: Solid waste, manual sanitary landfill, environmental impact.

CAPITULO I

Introducción

1.1. Identificación del problema

Pineda, citado por Lopez (2009) menciona que en el transcurrir del tiempo los seres humanos, al realizar sus actividades diarias de tipo doméstico, comercial, industrial, disponen una gran variedad de desechos que se consideran como inservibles, pero con grandes utilidades; estos tienen una denominación de: Residuos, los cuales se clasifican según su tipo, estado, origen, manejo y composición.

Cada año, la tasa de crecimiento de residuos es alarmante, suscitando una problemática ambiental enfocada a la contaminación de agua, suelo, aire; esto se basa en que los residuos sólidos (RRSS) son arrojados a fuentes hídricas, terrenos no poblados, o simplemente en lugares inadecuados, generando la variación paisajística, ocasionando una alteración a los recursos naturales.

Cabe señalar que la mala disposición de los RRSS no solo afecta los recursos naturales, también daña la salud de las personas. Los principales males provocados por el incorrecto manejo de los RRSS son: “las enfermedades respiratorias agudas, seguido del parasitismo intestinal, las diarreas, el dengue y la malaria” (Escalona, 2014).

Según Fierro, Armijo de Vega, Buenrostro y Valdez (2010) los RRSS que se producen en los mercados ascienden al 23% de los residuos, su composición principalmente es: cebo de carne, frutas y verduras. Sin embargo, alrededor del 70% de los residuos sólidos que se producen en el área antes mencionada son materiales aptos para reaprovechar.

Robles, citado por Bernache (2012) “enfatisa que el biogás y los lixiviados son vectores de contaminación que se originan en sitios de disposición final inapropiados (vertederos o botaderos). Estos son las causas principales de la contaminación ambiental”.

El descuido de la municipalidad de Jepelacio permitiendo el uso de un botadero municipal y la falta de conocimiento sobre el manejo de los residuos sólidos por parte de la población, hace que se mezclen los residuos, es decir hay ausencia de segregación, Puntualizando el interés por este tema, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las dimensiones y la ubicación óptima del relleno sanitario manual para la disposición final de los residuos sólidos municipales en el Distrito de Jepelacio – San Martín?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Diseñar un relleno sanitario manual para la disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Jepelacio - San Martín.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros de caracterización de los residuos sólidos municipales (RSM): Generación per cápita (GPC), densidad y composición.
- Estimar el área, volumen y vida útil del relleno sanitario manual.
- Realizar un estudio de selección de sitio para el relleno sanitario manual.
- Evaluar los impactos ambientales potenciales de la construcción del relleno sanitario.

1.3. Justificación

En la actualidad el tema de los RRSS se ha vuelto conocido en el Perú de manera general, sin embargo, en cuanto a manejo poco o nada se hace en la mayoría de los casos, la región San Martín no es ajena a esta realidad, según el INEI (2009), el 20.7% de municipalidades distritales hacen un manejo apropiado pero la disposición final (botaderos a cielo abierto) no está acorde a la normativa ambiental nacional.

Los factores de la generación de los RRSS son muchas, básicamente se debe al deficiente manejo de estos, siendo las municipalidades los responsables directos, además de la mala disposición final, sin tener en cuenta ningún criterio técnico, ocasionando que se contamine el suelo, el agua y también el aire, con graves consecuencias para la población aledaña.

La Municipalidad Distrital de Jepelacio hace el manejo de los RRSS, teniendo como disposición final el botadero municipal, pero este método no cumple con el proceso técnico de disposición final adecuado, relleno sanitario, es así que a pesar de lo que se hace se sigue afectando al medio ambiente en general por solo contar con su botadero municipal como lugar donde disponer los RRSS.

Por tal razón se pretende diseñar un relleno sanitario manual para minimizar la contaminación por la inapropiada disposición final de los RRSS en el distrito de Jepelacio, con la finalidad de mitigar la contaminación al medio, mejorar la recolección, separación, transporte y dar una disposición final adecuada a los RRSS generados.

Los resultados obtenidos de la investigación brindaran información a la Municipalidad Distrital de Jepelacio en la toma adecuada de decisiones en la gestión y manejo de los RRSS, mejorando la calidad de vida de la población del distrito, así como también servirá como guía para que, en el futuro, la Oficina de Programación Multianual de Inversiones (OPMI) juntamente con la unidad formuladora, puedan diseñar el relleno sanitario.

1.4. Presuposición filosófica

Génesis 2:15 “Tomó, pues, Jehová Dios al hombre, y lo puso en el huerto de Edén, para que lo labrara y lo guardase” (Reina Valera, 1960). El Señor quiere que el ser humano sea mayordomo de todo lo que él mismo hizo y viva en un ambiente sano, esto también incluye los recursos naturales como el suelo, agua y aire. Por tal motivo el ser humano debe cuidar el ambiente donde vive para asegurar el desarrollo sostenible de las generaciones futuras.

Como profesionales de Ingeniería Ambiental, al analizar la problemática del distrito de Jepelacio, y con la iniciativa de servir a las personas para que gocen de un ambiente saludable, se desarrolla la presente investigación con la finalidad de diseñar un relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio, región San Martín.

CAPITULO II

Revisión de literatura

2.1. Residuos sólidos

La Norma Brasileña (NBR) 10004, citado por Trajano (2016) "Define a los RRSS como aquellos residuos que se encuentran en los estados sólido y semi-sólido, que resultan de actividades de origen industrial, doméstico, hospitalario, comercial, agrícola, de servicios y de barrido". Además, abarca a los lodos provenientes de sistemas de tratamiento de agua, así como determinados líquidos cuyas particularidades hacen inviable su lanzamiento en la red pública de alcantarillas o cuerpos de agua, o exijan para ello soluciones técnicas económicamente inviables frente a la mejor tecnología disponible.

En el Decreto Legislativo N°1278, un residuo sólido es "cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final." (Congreso de la República, 2017)

2.2. Impacto ambiental de los residuos sólidos

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2014) los impactos ambientales ocasionados por la inapropiada disposición de residuos sólidos son:

a) Polución del agua

Esta contaminación está dada en dos espacios y se especifican a continuación: La superficial, se contamina cuando los RRSS son arrojados a los cuerpos de agua de manera directa (ríos, arroyos, lagos) o en muchos casos a través de la escorrentía; y la subterránea, se contamina por los lixiviados, que se infiltran en el suelo de los botaderos.

b) Polución del suelo

Basado en el arrojado de RRSS en lugares de disposición inapropiados como son los botaderos, y vertederos lo cual genera un impacto sobre el suelo, al no encontrarse impermeabilizado. La mala disposición también altera al recurso paisaje.

c) Polución del aire

Considerando la disgregación natural de los RRSS, asociado a la ocasional quema de estos, se produce la emanación de gases peligrosos. Clasificados en: gases de efecto invernadero, entre ellos el metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂); compuestos orgánicos persistentes, cuya ignición pueden formar dioxinas y furanos; y degradadores de la capa de ozono, como son los aerosoles.

2.3. Caracterización de los residuos sólidos

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2013) “la caracterización de los residuos sólidos es una herramienta que permite obtener información primaria acerca de las características de los residuos sólidos en este caso municipales, constituidos por residuos domiciliarios y no domiciliarios, como son: la cantidad de residuos, densidad, composición y humedad, en un determinado ámbito geográfico”. Esta información es obligatoria para poder ejecutar la proyección técnica y operativa del manejo de los RRSS y además la planificación administrativa y financiera, dado que teniendo el conocimiento de cuánto RRSS se genera en cada una de las actividades que se producen en el distrito, se puede computar la tasa de cobros de arbitrios.

2.4. Residuos sólidos urbanos

La NBR 15849 y la Resolución Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) N° 404/2008 citado por Trajano (2016) mencionan que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), denominados popularmente como "basura", proceden de domicilios, servicios de limpieza urbana, pequeños establecimientos comerciales, industriales y de prestación de servicios, que estén incluidos en el servicio de recolección regular de residuos y que tengan características similares a los residuos sólidos domiciliarios.

2.4.1. Características de los residuos sólidos.

Santos citado por Trajano (2016) menciona que “las características y propiedades de los RSM es fundamental para la elaboración de un proyecto de relleno sanitario. Sin embargo, la determinación de ciertas propiedades es un poco limitada”. Justificado en la alta diversidad de los RSM, que varía de región a región de acuerdo con las condiciones socioeconómicas, a la ausencia de procedimientos de muestreo y ensayos estandarizados, a la alteración de las propiedades de los RSM con el tiempo.

- Composición gravimétrica

Boscof citado por Trajano (2016) menciona que “la composición gravimétrica de los residuos sólidos es la característica más influyente en su comportamiento geomecánico. Representa el porcentaje en peso de cada componente encontrado en los residuos en relación con su peso total”. Para determinar la composición gravimétrica se realiza mediante ensayos con muestras recogidas, realizando el pesaje de la muestra, la separación y el pesaje de cada material encontrado en ella.

Santos y Lamare Neto citado por Trajano (2016) la composición gravimétrica de los residuos sólidos es una característica que suele variar de región a región. Se puede esperar

que regiones más ricas presenten un porcentaje de materia orgánica (MO) inferior a una región menos favorecida debido a una menor manipulación de alimentos.

Es de gran importancia la proporción de la MO, pues ella influye directamente en la cantidad de lixiviado y gas producido por el relleno sanitario, en su compresibilidad y en la generación de poropresión.

- Peso específico

Boscov citado por Trajano (2016) menciona que “el peso específico de los RRSS está sujeto a tres factores: de su composición gravimétrica, que es el más alto porcentaje de materiales livianos y MO acarrear en menor peso específico, de su granulometría (residuos triturados forman arreglos más densos) y de su grado de compactación. Es importante resaltar que con el paso del tiempo y el transcurrir de la putrefacción de la MO su peso específico será diferente del original”.

No hay normalización de ensayos para encontrar el peso específico de los residuos sólidos. En general se suele realizarse mediante el pesaje de las muestras de la zanja y su respectivo cálculo del volumen de la misma. En el proyecto de relleno sanitario, la previsión del peso específico de los residuos sólidos es importante para estimar su duración útil.

- Permeabilidad

Boscov citado por Trajano (2016) menciona que la permeabilidad de los residuos sólidos determina la velocidad de flujo de los lixiviados al sistema de drenaje y consecuentemente su eficiencia. La baja permeabilidad significa que el suelo presenta bolsones de lixiviados y gases clavados en la masa de residuos pudiendo desarrollar inestabilidad al macizo.

- Resistencia al cizallamiento

La búsqueda actual por mayores espacios disponibles exige que los rellenos presenten mayores alturas e inclinaciones. Con ello, la comprensión de las características de resistencia de los residuos sólidos es un factor primordial para garantizar la estabilidad y seguridad de los rellenos sanitarios (Trajano, 2016).

- Deformabilidad

Los rellenos sanitarios presentan un alto grado de deformabilidad. Los componentes responsables pueden estar asociados a la biodegradación (pérdida de sólidos), a la gran cantidad de vacíos y a la variedad de los residuos sólidos.

- Biodegradación

Los residuos sólidos presentan características activas de degradación que ocurre debido a procesos físicos, biológicos y químicos. El proceso se divide en cuatro fases a lo largo del tiempo:

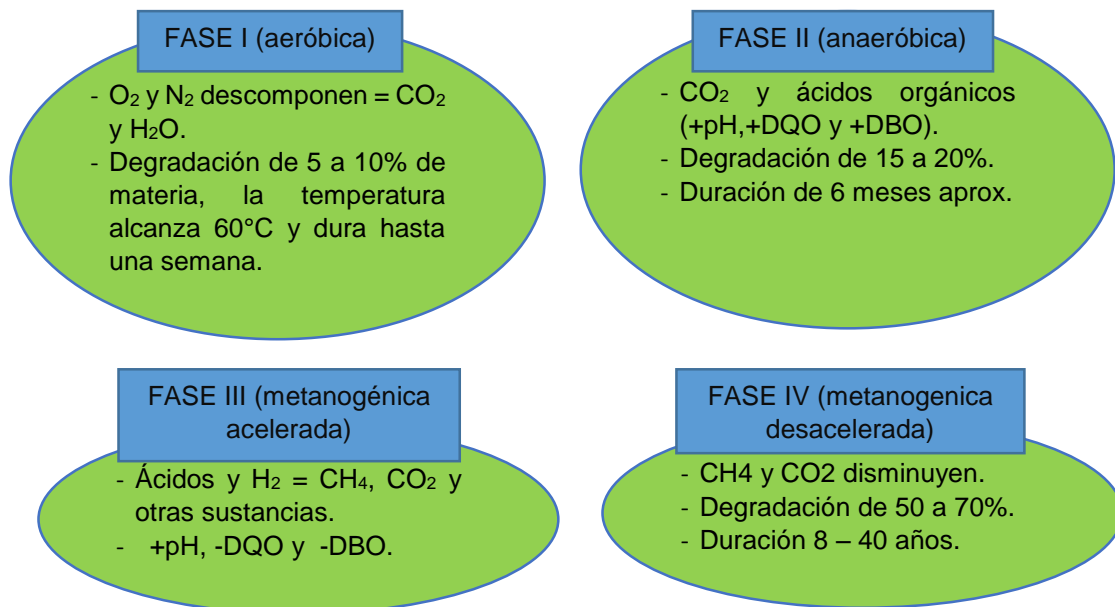


Figura 1. Esquema de las fases de la biodegradación
Fuente: Elaboración Propia

Como se ha detallado, la biodegradación de los residuos sólidos genera una gama de efluentes, líquidos y gaseosos. En seguida, se presentan los tipos de efluentes y sus principales características.

- Efluentes líquidos

El efluente que más se destaca en la digestión anaerobia (Fase II) de la fracción orgánica de los residuos sólidos es el lixiviado. Este líquido presenta un elevado poder contaminante debido a su alta carga de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y presencia de metales pesados. Presenta color oscuro y mal olor.

Trajano (2016) cita a la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), la cual define lixiviado como "líquido resultante de la infiltración de aguas pluviales en el macizo de residuos, de la humedad de residuos y del agua de constitución de residuos orgánicos liberada durante su descomposición en el cuerpo del relleno sanitario".

- Efluentes gaseosos

Los principales efluentes gaseosos se generan en la fase metanogénica acelerada (Fase III) de biodescomposición de los residuos sólidos. Las formaciones típicas del gas

generado por la descomposición de los residuos están: biogás, presenta mayor porcentaje en volumen de gas metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Estos compuestos son altamente contaminantes y son causantes del efecto invernadero.

2.4.2. Formas de disposición de residuos sólidos urbanos.

Trajano (2016) menciona que “en la actualidad en Brasil se permite solamente la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios. Sin embargo, todavía se encuentran, en gran cantidad, basurales y vertederos controlados”.

Por otro lado, la OEFA (2014) menciona que “la disposición final de RSM se realiza mediante el método de relleno sanitario y la disposición final de residuos del ámbito no municipal se realiza mediante el método de relleno de seguridad”.

a. Botadero

Es una práctica totalmente inadecuada desde el punto de vista ambiental y sanitario. Está fundamentada en la disposición directa de los RRSS en el suelo sin ninguna capa protección de base, geomembrana, generando la contaminación tanto del suelo y de las aguas subterráneas (escorrentía e infiltración de lixiviados). Además, genera la proliferación de vectores (roedores e insectos) y de enfermedades por permitir el libre acceso de personas (recolectores). También no hay control del origen, la cuantía de los residuos que llega al local y no hay ninguna clase de control de compactación (Jaramillo, 2002).

b. Botadero controlado

Es una manera menos perjudicial al medio ambiente en relación al basurero, el basurero controlado posee capa para cada día, además se destina una capa final de cobertura, mayor control de la composición de los residuos a ser lanzados y eventual compactación. Aunque es preferible al basural, la técnica de basurero controlado todavía es dañina al medio ambiente, pues muchas veces no hay la impermeabilización de la base y no hay recogida y tratamiento del lixiviado formado por la putrefacción de los residuos sólidos (Trajano, 2016).

c. Relleno sanitario

Según la norma brasileña NBR 15849, citado por Trajano (2016), “relleno sanitario es una técnica de disposición de residuos sólidos urbanos en el suelo, sin causar daños a la salud pública ya su seguridad, minimizando los impactos ambientales, método que utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos sólidos a la menor área posible y reducirlos al menor volumen permisible, cubriéndolos con una capa de tierra en la conclusión de cada jornada de trabajo, o intervalos más pequeños, si es necesario”.

2.4.3. Alternativas de reciclaje de los residuos sólidos urbanos.

Según Recytrans (2015) menciona en su portal web que el proceso correcto de reciclaje obedece a cada residuo y en la condición en qué se halle.

2.4.3.1. Clasificación del reciclaje de residuos sólidos.

a. De acuerdo a su proceso

- **Reciclaje mecánico**, este incluye el trabajo manual con la ayuda de las máquinas.
- **Reciclaje químico**, implica cambios químicos a nivel estructural del material, se busca descomponer un polímero para la obtención de monómeros. Es este tipo de reciclaje tenemos: la pirolisis, hidrogenación, craqueo térmico, disolución, hidrólisis, metanolisis y glicolisis.
- **Reciclaje energético**, tiene como fin el aprovechamiento energético de materiales. Aquí tenemos a la incineración de residuos, pirólisis y gasificación.
- **Reciclaje biológico**, busca la descomposición de la MO en presencia o ausencia de O₂.

b. De acuerdo al tipo de residuo

- **Papel y cartón**, se inicia con la segregación y su traslado a la planta.
- **Reciclaje de plástico**, dado por dos maneras: mecánico, el cual radica en recoger el plástico, limpiarlo, molerlo o trocearlo, y químico, descomposición en moléculas más simples de plástico.
- **Reciclaje de vidrio**, dado a sus propiedades y características este residuo puede ser reciclado y reutilizado muchas veces.
- **Reciclaje de textil y calzado**, este material se desteje y servirá como materia prima de otros productos como mantas, materiales de insonorización, trapos para uso industrial. Si no se diera el caso, su destino es incineración con recuperación de energía o su depósito final en relleno sanitario.
- **Reciclaje de residuos orgánicos**, lo que se busca producir al realizar este tipo de reciclaje es el compost.
- **Reciclaje de pilas y baterías**, son residuos muy contaminantes, estas se someten a un proceso mecánico para su trituración refrigerada.
- **Reciclaje de metales**, estos se trituran cada uno según su composición.

- **Reciclaje de tierras y escombros**, estos mayormente proceden de las construcciones urbanas, así como minería o movimiento de tierras, o los desmontes. Se procede a hacer un zarandeo, luego se usa chorros de aire para separar según su densidad (papel, plástico), también un imán para separar materiales férricos y, por último, se tritura el residuo consiguiendo un material homogéneo.
- **Reciclaje de agua**, se logra a través de diversos tratamientos fisicoquímicos y biológicos.
- **Reciclaje de aparatos electrónicos**, su proceso es de separar diferentes materiales para su clasificación y valorización.

2.5. Definición de relleno sanitario

Jaramillo (2002) menciona que “son obras de ingeniería de saneamiento esencial de los RRSS, que sirven como lugar donde enterrarlos, para lo cual es muy importante primero la selección del terreno donde se construirá, segundo el diseño, y por último y lo más importante el funcionamiento y verificación de la infraestructura para un correcto trabajo del relleno sanitario de modo que sea amigable con el ambiente”.

Por su parte el OEFA (2014) afirma que “es una infraestructura y/o instalación consignada donde disponer de modo seguro los RRSS, que no afecte el medio ambiente. Pueden ubicarse por encima de la tierra firme en ciertos casos y en otros por debajo, esto depende del terreno y de la economía, de acuerdo con los criterios técnicos de ingeniería”.

Zona utilizada como almacén de residuos sólidos, con manejo técnico apropiado. Los residuos sólidos son extendidos en capas o colocados en fosas, luego se compactan mecánicamente (manual o maquinaria). Esta operación debe realizarse diariamente para prevenir el desarrollo de insectos y roedores. Requieren de una preparación especial, incluyendo sistema de drenajes y plantas para tratar las aguas residuales (Organización Panamericana de la Salud, citado por MINAM, 2005).

2.6. Clasificación de los rellenos sanitarios

2.6.1.1. Relleno sanitario manual.

En el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 se señala que “un relleno sanitario manual es aquel que cuya capacidad de operación diaria no excede a seis (06) toneladas métricas (TM)” (Congreso de la República, 2017).

Jaramillo (2002) explica que “un relleno sanitario manual es un ajuste del concepto de relleno sanitario, pues este aplica para las pequeñas poblaciones por la cantidad y el tipo

de residuos que producen, menos de 15 t/día, además por condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento”.

“Método sencillo de confinamiento sanitario de los residuos sólidos haciendo uso de mano de obra y herramientas simples” (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS], 1997).

La palabra manual, “refiere a que la compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada con el apoyo de un grupo de hombres y el empleo de algunas herramientas” (Jaramillo, 2002).

2.6.1.2. Relleno sanitario semi-mecanizado.

La operación diaria no debe de exceder las 50 toneladas de RSM y los trabajos de operación se hacen con el apoyo de equipo mecánico con la posibilidad de emplear herramientas manuales para el confinamiento de residuos (RM N°109-2006/MINSA, 2006).

Cuando una población genera o haya que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es necesario usar maquinaria pesada como soporte al trabajo manual, con la finalidad de abastecer y no saturarse por la cantidad de residuo por confinar (Jaramillo, 2002).

2.6.1.3. Relleno sanitario mecanizado.

“La operación se realiza completamente con equipos mecánicos del tipo tractor de oruga, como los cargadores frontales y, su capacidad de operación diaria es mayor a las 50 toneladas” (RM N°109-2006/MINSA, 2006).

El D.S N° 057-2004-PCM (2004) menciona que “es cuando la capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta (50) TM”.

Según el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 (2017) menciona que “es cuando cuya capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta (50T) M”.

“Este relleno está diseñado para las grandes metrópolis que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus requerimientos es un proyecto de ingeniería muy complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Está fundamentado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones” (Jaramillo, 2002).

2.7. Ventajas y desventajas de un relleno sanitario

En la siguiente tabla se describe porque un relleno sanitario es una necesidad de saneamiento básico.

Tabla 1. Síntesis de las principales ventajas y limitaciones del relleno sanitario

Ventajas	Limitaciones
1. La inversión preliminar de fondos mucho más baja a la que se necesita para implantar el tratamiento de residuos mediante plantas de ignición o composteras.	1. La adquisición del lugar correcto para la ubicación es difícil debido al impedimento de los vecinos por el lugar escogido, reacción conocida como NIMBY (not in my back yard 'no en mi patio trasero'), entre las razones están: <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Desconocimiento sobre el modo de operación del relleno sanitario. 1.2. "Relleno sanitario" se confunde a un basurero a cielo abierto. 1.3. Ausencia de confianza hacia los administradores locales que no acreditan la calidad ni sostenibilidad de la obra. 1.4. La falta de saneamiento reglamentario del lugar.
2. Los costos comparados de operación y mantenimiento es mucho menor a las tecnologías de tratamiento.	2. El crecimiento urbano, limita y hace que los precios de sitios disponibles se incrementen, obligando a ubicar el relleno sanitario en sitios lejanos a la comunidad.
3. El relleno sanitario es la alternativa completa debido a que se puede acondicionar para todo tipo de RSM.	3. Si fallase la administración municipal, conllevaría a que el relleno sanitario se trasformase en un botadero a cielo abierto, debido a la incorrecta operación y mantenimiento.
4. Se crean puestos de trabajo para personas poco calificadas. Teniendo esto en abundancia en países en desarrollo.	4. Una vez clausurado el relleno se debe evitar usar el lugar para construcciones.
5. Se puede usar el gas metano que se produce en el relleno como una Fuente de alternativa de energía para algunas ciudades.	5. Hay restricción para las construcciones en el lugar.
6. El sitio seleccionado puede estar cerca de la población para facilitar la supervisión de estos, así como cerca de las vías terrestres para reducir costos de transporte o abrir nueva vías.	6. Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para impedir que la población use el sitio indebidamente.

- | | |
|---|---|
| <p>7. Admite terrenos inertes y marginales, convirtiéndolos en útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.</p> | <p>7. Los impactos ambientales a largo plazo pueden aparecer si no se toman medidas a largo plazo para controlar y mitigar. En la etapa de operación se debe tener en cuenta el polvo, ruido, malos olores y material volante que producen, así como también el drenaje de lixiviados y el manejo de los gases, mientras que en la etapa de clausura, hacer los respectivos monitoreos.</p> |
| <p>8. El relleno sanitario empieza a funcionar en corto tiempo como técnica de disposición final de RRSS.</p> | <p>8. Las áreas a su entorno (chacras, predios, lotes) pueden desvalorizarse.</p> |
| <p>9. Se puede adaptar para recibir mayores cantidades de RRSS adicionales con muy poco incremento de personal.</p> | <p>9. Los residuos peligrosos no pueden ser recibidos en el relleno sanitario mientras este no este acondicionado para tales.</p> |

Fuente: "Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales" Jaramillo (2002).

2.8. Descripción de la línea base del distrito de Jepelacio

2.8.1. Aspectos físico-geográficos.

La formación de los suelos del distrito de Jepelacio está compuesta por depósitos aluviales, los cuales están constituido por depósitos de areniscas, generalmente con matriz areno-limosa, limo arcilloso no plástica (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2009).

Asimismo, la fertilidad de los suelos del distrito es baja, siendo su limitación principal su acidez y profundidad, estos suelos se ubican en terrazas altas, lomas y colinas bajas. Los suelos de ladera de montaña son superficiales y con fuerte pendiente que limitan su uso (Gobierno Regional de San Martín [GORESAM]/Proyecto Especial Alto Mayo [PEAM]/Oficina de Presupuesto Planificación Estudios y ordenamiento Territorial [OPPEOT], 2012). Por otro lado, la topografía que presenta el distrito de Jepelacio es accidentada con 13.4% de pendiente, su suelo arcilloso, pedregoso.

2.8.2. Unidades hidrográficas.

Según el GORESAM (2012) en la Zonificación Económica y Ecológica (ZEE) de Jepelacio, la sub cuenca del río Gera, está dentro de la cuenca del río Mayo. El río Gera nace en las vertientes orientales de la cordillera oriental, a 1.99 Km de la localidad Valle hermoso, su recorrido es de aproximadamente 31 km, lo hace de Sur a Norte desde sus orígenes hasta su desembocadura al lado derecho del mencionado río principal; no es navegable, el área de su cuenca es de 20,591 ha que representa el 56.73% del distrito Jepelacio.

El río Gera está formado por dos únicos afluentes cuya naciente está en el mismo distrito: la quebrada Lejiayacu, su desembocadura es a 1065 msnm y la quebrada Sananguillo a 1156 msnm. La quebrada Sananguillo está paralelo a la naciente del río Gera.

La confluencia de los ríos Mayo y Gera tiene lugar a 773 msnm en la localidad de Las Delicias del Gera: Distrito de Jepelacio, Provincia de Moyobamba departamento de San Martín. Su nominación del río aguas abajo es de Río Gera.

También está el río Potrero con una longitud de 7.81 Km, su naciente está dentro del distrito, en su recorrido pasa por las localidades de San Roque y Guineal. Antes de desembocar es tomado como el accidente geográfico que define parte del límite distrital, finalmente desemboca a 841 msnm en el río Indoche. El río Indoche es el accidente geográfico para el límite distrital.

La quebrada Ochamé, es una de las tres quebradas que nacen en el mismo distrito, con una longitud de 4.48 Km, en su recorrido pasa por las localidades Ochamé y Guayaquil, converge a una altitud de 881 msnm en el río Potrero. La quebrada Pucro con longitud 2.56 Km desagua a 968 msnm en la quebrada Lahuarpia. La quebrada Lahuarpia de longitud 10.04 Km en su recorrido pasa cerca de la localidad Lahuarpia, confluye a 782 msnm en la quebrada Plantanayacu. Estas dos últimas quebradas definen el accidente geográfico de una parte del límite distrital.

Además, están las precipitaciones anuales que, de acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), es de 1300mm en el período de noviembre - marzo.

2.8.3. Meteorología y climatología.

De acuerdo con el SENAMHI, citado por Núñez & Villacorta (2013) en el distrito el clima es cálido-húmedo. Las precipitaciones son abundantes de diciembre a abril y el periodo seco con lluvias escasas de mayo a noviembre.

Según la Municipalidad Provincial de Moyobamba [MPM] (2011) existe fuerte influencia de los factores climatológicos sobre las formas topográficas, convirtiéndose la zona de estudio en una región tipo selva alta, con un relieve donde se encuentran cadenas montañosas y el valle del Alto Mayo. De acuerdo con la clasificación climatológica de Según Thorntwaite presenta un clima clasificado como tropical de sabana lluviosa, semicálida y húmeda.

La Municipalidad Distrital de Jepelacio [MDJ] (2013) reporta que el distrito posee una temperatura media anual máxima de 25-26° C y la media anual mínima de 17-18° C. La

humedad relativa promedio máxima es de 81-84% en marzo y el mínimo de 80% en agosto, La evaporación total anual en promedio es de 415 mm/año (estación Moyobamba 860 msnm). El promedio máximo de precipitación total por año de 1968 mm y promedio mínimo anual es de 936 mm, y ésta se presenta a lo largo de casi todo el año, aunque es posible distinguir un periodo más lluvioso (octubre - mayo) y un periodo de lluvias moderadas (junio – septiembre).

2.8.4. Aspectos demográficos.

Según el censo del INEI 1993 y 2007, el distrito de Jepelacio contaba con una población de 13,568 y 18,471 habitantes respectivamente.

Considerando los valores registrados por dos censos del INEI, la tasa de crecimiento alcanza 350 habitantes por año.

Tabla 2. *Características de la población*

Aspecto poblacional	Registro
Habitantes Censo 1993	13,568 habitantes
Habitantes Censo 2007	18,471 habitantes
Tasa promedio (hab.año)	350 habitantes

Fuente: Censos Nacionales INEI 2007.

Observación:

Como dato para la proyección de la población, se usó el dato del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas 2017, es decir como referencia, cuya cantidad de 15 045 habitantes.

2.8.5. Salud y educación.

a. Salud

En el distrito de Jepelacio existe un centro de salud categoría I-III y 5 puestos de salud: Jerillo, Lahuarpía, Shuchshuyacu, Pacaypite, Nuevo San Miguel.

Las principales enfermedades reportadas en los centros de salud (CS) están las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) y las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS), las cuales tienen relación a la inadecuada gestión de residuos sólidos.

b. Educación

Según el censo 2007, realizado por INEI, el 56% del total de los habitantes del distrito de Jepelacio, ha asistido a algún sistema educativo regular, el 3.2% de la población cuenta con educación superior y el 12.8% de la población es analfabeta.

Según el Censo Escolar 2008, realizado por el Ministerio de Educación, el distrito de Jepelacio cuenta con un total de 100 centros o programas educativos, que atendieron a un total de 7,009 alumnos entre los niveles de inicial, primaria y secundaria, tanto en la zona urbana como rural, como se detalla a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3. Información educativa del distrito de Jepelacio

Etapa	Matrícula			Docentes			Centros o programas			Secciones		
	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
<i>Inicial</i>	292	439	731	13	13	25	7	19	26	16	23	39
<i>Escolarizada</i>	254	240	494	11	11	22	5	8	13	16	23	39
<i>No escolarizada</i>	38	199	237	2	2	3	2	11	13	0	0	0
<i>Primaria</i>	1192	3080	4272	49	116	165	6	57	63	55	339	394
<i>Polidocente completo</i>	1147	628	1775	47	26	73	4	3	7	43	24	67
<i>Multigrado</i>	0	1600	1600	0	58	58	0	22	22	0	132	132
<i>Unidocente multigrado</i>	45	852	897	2	32	34	2	32	34	12	183	195
<i>Secundaria</i>	1138	868	2006	53	46	99	4	7	11	35	38	73
<i>Presencial</i>	1138	868	2006	53	46	99	4	7	11	35	38	73
<i>Distancia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	2622	4387	7009	115	175	289	17	83	100	106	400	506

Fuente: Ministerio de Educación - Censo Escolar 2008.

2.8.6. Limpieza pública.

El servicio de recolección de residuos sólidos se viene realizando por personal de la municipalidad. Respecto al personal técnico y administrativo del Área de Residuos Sólidos y limpieza pública cuenta con un jefe de área, 2 asistentes, 1 chofer, dos ayudantes de recolección y con dos personal de barrido público (MDJ, 2018).

Para el almacenamiento de los residuos generados por las tiendas se utilizan por lo general productos de polietileno, en cuanto al mercado son almacenados en cilindros de 200 L, en la plaza mayor se emplean 8 papeleras en los centros educativos, instituciones públicas, se utilizan baldes plásticos, cilindros y bolsas para el almacenamiento de los residuos sólidos (MDJ, 2018).

El acopio de los residuos sólidos domiciliarios se lleva a cabo principalmente (38%) en costales de rafia y bolsas plásticas, el (29%) almacena en cartón, el 21% en recipiente de plástico (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2018).

Estos residuos son recogidos dos veces a la semana los lunes y jueves en la misma ciudad, en los centros poblados es los días martes y en los caseríos cada quince días. Actualmente el servicio de recolección se brinda a cinco centros poblados y un caserío rural (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2018).

El horario de recolección en la capital distrital se inicia a las 6.00 am hasta las 3.00 pm, en los centros poblados la recolección es a partir de las 9.00 am por que la unidad móvil tiene que trasladarse desde el local municipal hacia los centros poblados donde es esperado para la recolección (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2018).

2.8.7. Descripción de flora y fauna.

La cobertura vegetal está principalmente conformada por zonas de cultivos y restos de bosques, en esta zona de yungas amazónicas. En efecto, de las 36298 ha del distrito el 34,97% son bosques húmedos de montañas altas (BH-Ma); el 64,82% son bosques intervenidos-deforestados (Def); el 0,07% son cuerpos de agua, y; sobre el 0,15% restante está reportado como sin información (S/inf). Las amplias áreas deforestadas son un factor significativo en el incremento de riesgos de inestabilidad física: erosión, derrumbes, deslizamientos y también en la pérdida de calidad del agua (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2013).

En los bosques existentes se desarrollan especies maderables de gran importancia económica como caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela sp.*) entre otras, que se encuentran sobre explotadas y requieren de acciones de conservación y vigilancia de la tala o quema (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2013). En los viveros de la Municipalidad Distrital de Jepelacio se vienen cultivando especies maderables, entre ellas las citadas, que son utilizadas en las labores de reforestación y de manejo forestal a fin de darle un valor añadido, a futuro, a los bosques que se pretenden conservar (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2013).

Estos bosques son hábitat de varias especies que están casi por dejar de existir como el mono choro, el oso de anteojos, el ave nacional y muchas otras (MDJ, 2013).

a. Ecología

El conocimiento de la ecología en Jepelacio es esencial para impactos producidos y potenciales debidos a la actividad agrícola, la cual trae consigo la deforestación, por la cual se pierden especies de plantas y especies de animales donde que la ecología de esta parte del Alto Mayo se ve expuesto a cambios significativos.

b. Zonas de vida

Bosque húmedo premontano tropical (transicional a bosque húmedo). Esta zona de vida se encuentra ubicada entre 500 y 2000 msnm., con una precipitación anual que varía entre 936 y 1968 mm, la temperatura media es de 17-25 °C, la relación de evapotranspiración potencial es de 0.5-1 (Organización de los Estados Americanos, 1987). Esto permite llevar a cabo una agricultura de secano, donde se cultivan plantas gran valor comercial como la “café” (*Coffea*), “arroz” (*Oryza sativa*), “caña de azúcar” (*Saccharum officinarum*), “cacao” (*Theobroma cacao*). Presenta potencial agropecuario principalmente la ganadería vacuna por sus condiciones anteriormente descritas.

Bosque muy húmedo premontano tropical. Esta zona de vida se encuentra ubicada entre 600 y 2000 msnm., con una precipitación anual que varía entre 2193 y 4376 mm, la temperatura media es de 19-26°C, la relación de evapotranspiración potencial es de 0.25-0,5 (Organización de los Estados Americanos, 1987). Estas condiciones permiten llevar a cabo una agricultura de secano, donde se cultivan principalmente “café” (*Coffea*) por ser de valor comercial en el mercado nacional e internacional. Por otro lado, presenta potencial agropecuario, siendo la ganadería vacuna en su mayoría por las condiciones de la zona de vida, la cual favorece estas actividades agrícolas.

2.9. Marco legal sobre disposición final de residuos sólidos

- La Constitución Política del Perú del año 1993, en su art. 2, inciso 22 afirma que toda persona tiene derecho gozar de un ambiente equilibrado y en el art. 7 se refiere a la protección de su salud (Presidencia del Consejo de Ministros, 2013).
- La ley N° 28611 Ley General del Ambiente en su art. 119 correspondiente al manejo de los RRSS hace saber que la responsabilidad de la gestión y manejo de los RSM recae en la municipalidad.
- Decreto Legislativo N° 1278, Ley de la Gestión Integral de RR. SS, no solo regula al ámbito interno, sino que concierne en cuanto a la importación y exportación de los mismos.
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, el cual es una explicación a fondo de dicha ley donde se dan a conocer los criterios técnicos relacionados a infraestructura de disposición de RR.SS. Asimismo, en el decreto supremo, se indica el eficiente uso de los materiales, la regulación y gestión, manejo de los RRSS, que se enfoca en reducirlos en donde se generan, además de darle valor material y también energética.

- Decreto Legislativo N° 1065, modificatoria de la ley General de RRSS menciona los tres Instrumentos de Gestión Ambiental actuales, tomando medidas en los impactos desfavorables de los RR.SS.
- Ley N° 27446, ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado por Decreto Legislativo N° 1078, y Decreto Legislativo N° 1013, siendo para la identificación, prevención, supervisión, control y corrección de los impactos ambientales negativos generados por proyectos de inversión.

2.10. Antecedentes de la investigación

2.10.1. Antecedentes internacionales.

Díaz & Vallejo (2017) realizaron el estudio titulado “Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el Municipio de Aguachica – Cesar”, con el objetivo de proponer el diseño de un relleno sanitario para el municipio de Aguachica – Cesar, con un análisis cuantitativo de producción de gases y lixiviados. Los resultados obtenidos fueron que la producción de gases y lixiviados aumenta debido a la falta de reciclaje, lo que acorta la vida útil del relleno sanitario, de ahí la importancia del reciclaje lo cual reduce el volumen del relleno, minimiza la cantidad de producción de lixiviados, minimizando el costo de tratamiento y de infraestructura.

Trajano (2016) realizó un estudio titulado “Diseño de un relleno sanitario de pequeño tamaño”, cuyo objetivo fue estimar la vida útil del relleno sanitario y dimensionarán el sistema de drenaje del lixiviado, sistema de drenaje de gases y las capas de base y de cobertura del relleno sanitario. Los resultados obtenidos tras el análisis de las características geotécnicas y climatológicas de la región y las características de los residuos sólidos locales fueron posibles el diseño de la geometría del terraplén, mientras que los análisis de estabilidad aseguraron la geometría de terraplén era adecuada.

Ruiz & Unapanta (2015) realizaron un estudio denominado “Diseño de un relleno sanitario manual para el recinto Cristóbal Colón - Provincia de Esmeraldas” con el objetivo de diseñar un relleno sanitario manual, destinado a la disposición final de los residuos sólidos. Los resultados obtenidos fueron que la población estimada para el año 2024 fue de 734 habitantes, con una generación de residuos sólidos de 219, 040 Kg/día, requiriendo de esta manera un área de 2224,40 m², donde se aplicó el método de trinchera con una vida útil del relleno de 10 años.

2.10.2. Antecedentes nacionales.

Morín & Soto (2017) realizaron un estudio titulado “Diseño de un relleno sanitario manual para el distrito de Parcoy– La libertad 2016”, teniendo el objetivo de diseñar un relleno sanitario manual para minimizar la contaminación generada por RRSS municipales en el distrito de Parcoy – Pataz – La Libertad, obteniendo como resultado que la generación per cápita de residuos del distrito de Parcoy es menor a 20 Tn/día, el volumen de acumulado fue de 133,841.49 m³, requiriendo un área de 6.3 Ha y con una vida útil de 16 años.

Román (2011) realizó un estudio denominado “Evaluación del diseño de infraestructura de disposición de residuos sólidos del ámbito municipal de Cajamarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca”, el objetivo fue analizar y comparar cada una de las tres alternativas planteadas en el diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales de la ciudad de Cajamarca, la cual presta el servicio de disposición final a los distritos de Cajamarca y Llacanora, y prestará el servicio a los distritos de Jesús.

Pari (2016) realizó un estudio titulado “Propuesta de gestión de residuos sólidos mediante un relleno sanitario manual para el municipio de Taraco” con el objetivo realizar una propuesta de diseño de relleno sanitario manual para la disposición final de los desechos sólidos generados por el pueblo de Taraco. Los resultados obtenidos fueron que el área requerida calculada es 3.16 Ha, el volumen de relleno 13501.47 m³ con una vida útil de 5 años a más, el costo de operación y construcción haciende a S/. 7'620,229.97.

CAPITULO III

Materiales y métodos

3.1. Descripción del lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, región San Martín, específicamente en la capital del distrito, Jepelacio, la cual se ubica en la parte sur de la provincia de Moyobamba (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2013). Se ubica en la región selva (selva alta) con una altitud que va entre los 818 – 1678 msnm; el Distrito de Jepelacio se localiza a 14,00 Km de Moyobamba (Municipalidad Distrital de Jepelacio, 2018).

La ubicación geográfica está dada por las Coordenadas UTM: 288073 mE, 9324478 mN y está ubicado a una altitud de 1113 m.s.n.m (GORESAM, 2010).

El acceso al distrito de Jepelacio desde Lima, es de dos maneras, la primera por vía aérea y terrestre, es decir 45 minutos de viaje desde el aeropuerto internacional Jorge Chávez ubicado en el Callao hasta el aeropuerto Cadete FAP Guillermo del Castillo Paredes ubicado en Tarapoto y 2 horas por la carretera Fernando Belaunde Terry hasta la ciudad de Moyobamba y luego 20 minutos partiendo del óvalo ubicado en la misma vía nacional hasta la localidad de Jepelacio y la segunda por vía terrestre únicamente, recorriendo la carretera panamericana norte y carretera Fernando Belaunde Terry y luego la carretera desde Moyobamba hasta Jepelacio.

De acuerdo con la Municipalidad Distrital de Jepelacio (2015) el distrito de Jepelacio tiene una extensión territorial de 360,03 Km², su capital es la localidad del mismo nombre, fue fundado en el año 1921 (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2011).

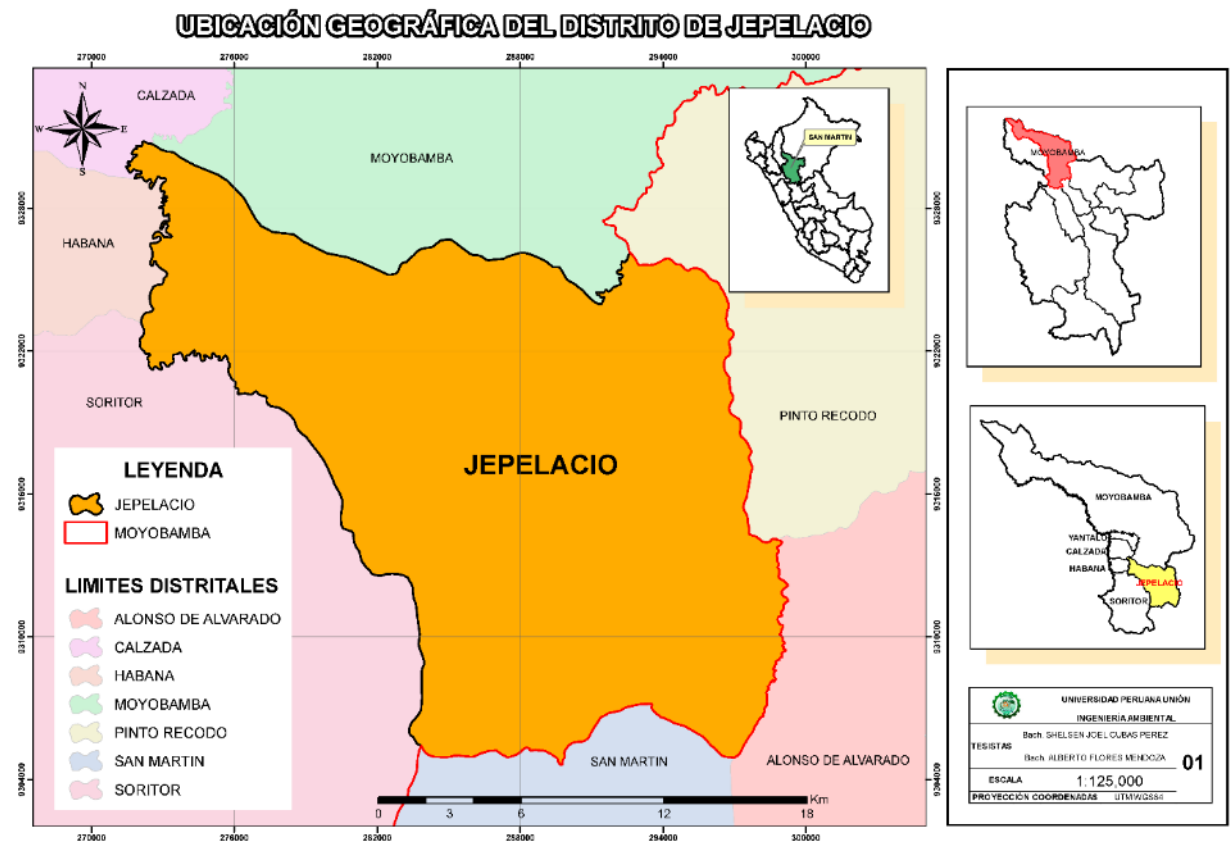


Figura 2. Ubicación del Distrito de Jepelacio

Fuente: Elaboración propia

a. Características de la vivienda

Según MDJ (2013) las viviendas del distrito de Jepelacio en su mayoría pueden ser de uno o dos pisos y suelen tener el techo a doble agua o a una, según en qué parte del distrito se encuentre ubicada la vivienda. Las paredes en su mayoría son de madera, también pueden estar fabricadas de adobe que es una masa de barro mezclado con paja seca cortada en trozos pequeños y puestos a secar al sol, en los lugares más alejados, predominan la quincha, estera, piedra y barro mientras que en las zonas centrales de Jepelacio, las construcciones son de material noble.

Los materiales predominantes de los pisos son de tierra, seguido del cemento; en cantidades pequeñas esta la madera pulida, entablados, la loseta y las láminas asfálticas. En los techos se suele usar en su mayoría las calaminas que son láminas metálicas rectangulares que se clavan a las vigas o Tejas según la zona donde se encuentra ubicada la vivienda.

3.2. Densidad poblacional

El distrito de Jepelacio en el año 2017 contaba con una población de 15,045 habitantes, este dato se usó como valor inicial al momento de hacer la proyección. Mientras que la tasa de crecimiento fue la obtenida de los dos censos anteriores (INEI, 2017)

3.3. Diseño de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se seleccionó un diseño no experimental transversal de tipo descriptivo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), basándose que el propósito de la investigación será diseñar un Relleno Sanitario Manual, buscando brindar una solución al problema de contaminación ambiental.

Para poder lograr la factibilidad técnica y el proyecto de diseño del Relleno Sanitario Manual se efectuaron diversos estudios básicos y técnicos, y se utilizaron diferentes métodos facilitados por la ingeniería sanitaria y ambiental, los cuales proporcionarían información y parámetros básicos para desarrollar el proyecto.

3.4. Formulación de la hipótesis

Las investigaciones descriptivas, donde no se predice el valor de una variable, no deben formularse hipótesis (Hernández et al., 2010). En esta investigación únicamente se calculó el área, el volumen y su óptima ubicación del relleno sanitario en el distrito de Jepelacio, por esta razón no se planteó hipótesis.

3.5. Identificación de variables

Las variables que se estudiaron en la presente investigación son:

3.5.1. Variables de caracterización.

- GPC
- Densidad de RRSS
- Composición de RRSS

3.5.2. Variables del diseño del relleno sanitario.

- Área de trinchera
- Volumen
- Puntaje de selección de sitio
- Pendiente del terreno
- Magnitud del impacto ambiental

3.6. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Operacionalización de variables de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valor final
Diseño del relleno sanitario (Variable independiente)	Es una estructura que permite disponer los residuos sólidos urbanos en el suelo, sin causar daños a la salud pública ya su seguridad, minimizando los impactos ambientales, método que utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos sólidos a la menor área posible y reducirlos al menor volumen permisible	Para el diseño se utilizará los datos de la caracterización de los residuos sólidos y datos del suelo	GPC	GPC	Numérica
			Densidad de RS	Densidad de RS	
			Composición de RS	Composición de RS	
			Área de trinchera	Área de trinchera	
			Volumen	Volumen	
			Puntaje de selección de sitio	Puntaje de selección de sitio	
Pendiente del terreno	Pendiente del terreno				
Impacto ambiental del relleno (Variable dependiente)	Es el grado de afectación que el relleno sanitario causará en el ambiente donde se proyecte la construcción, operación y cierre del mismo	Para la determinación del impacto ambiental se utilizará la matriz Leopold	Impacto ambiental del relleno	Impacto ambiental del relleno	Categórica ordinal

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Diseño del relleno sanitario manual

Para lograr diseñar el relleno sanitario manual del distrito de Jepelacio se hicieron algunos estudios primordiales, valiéndose de métodos establecidos por la ingeniería ambiental y sanitaria, los resultados obtenidos sirvieron como parámetros para la elaboración del proyecto, los pasos se describen a continuación:

- Se realizó la caracterización de los residuos sólidos del distrito de Jepelacio, donde se obtuvo la composición, el volumen, la densidad de los residuos sólidos que se generaron en el distrito, así como también la generación per cápita de residuos sólidos por habitante por día el cual se expresa de la siguiente manera (Kg/hab./día).
- Se evaluó y se procedió a la selección de los posibles sitios para la ubicación del relleno sanitario de acuerdo a la metodología establecida en la "Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual"

(MINAM, 2011), como también un análisis de variables influyentes en la mitigación de impactos negativos al medio ambiente y prevención de la salud de la población del distrito de Jepelacio.

- Se describió el entorno del área de ubicación del relleno sanitario manual, así como la presencia de las aguas subterráneas. Adicionalmente se describió al suelo del sitio para el proyecto, tipo y propiedades físicas.
- Se realizó los cálculos de área de trinchera, volumen, vida útil, puntaje de selección de sitio, pendiente de terreno, selección del método de relleno y el diseño del relleno sanitario.
- Se diseñó el Relleno Sanitario Manual, escogiendo al que mejor se adapte con las condiciones tanto económicas como técnicas con las que cuente la municipalidad distrital de Jepelacio.
- Finalmente se realizó la identificación y evaluación de los impactos ambientales por medio de instrumentos ambientales según concordancia a la normatividad ambiental vigente.

3.7.1. Selección y características del sitio.

“La información de la geología y características específicas del suelo en el lugar seleccionado permite conocer de la posibilidad de deslizamientos de la infiltración del agua y además de la causal contaminación tanto del agua superficial y subterránea, a su vez es importante hacer el estudio del suelo del lugar seleccionado, le cual hace posible evaluación de la firmeza del terreno, la ubicación y calidad del material de la cantera o de la cantidad requerida ubicado dentro del área del relleno sanitario” (Jaramillo, 2002).

Para lugares con poca población debe ser mínima la exigencia en cuanto a los análisis, debido al pequeño tamaño de las obras y a la clasificación de residuos que se generan, el profesional que se podría requerir sería un geólogo especialista o conocedor en temas relacionados a análisis de suelo en rellenos sanitarios. Para aquellos lugares con una población inferior a 5000 habitantes solo bastaría pruebas de percolación, es decir filtración y lixiviación, además de análisis de suelo para determinar el tipo de suelo.

Los principales parámetros que se deben tener en cuenta en el análisis y la evaluación cualquier terreno seleccionado son:

3.7.1.1. Tipo de suelo.

El tipo de suelo adecuado “es el areno – arcilloso, por la poca permeabilidad, por lo cual la infiltración de lixiviados es menor, minimizando la contaminación” MINAM (2011). Por su

parte Jaramillo (2002) menciona que pueden ser de 3 tipos, suelos areno-limo-arcillosos, suelos limo-arcillosos y también los suelos arcillo-limosos.

3.7.1.2. Permeabilidad del suelo.

“Es aquella capacidad que tiene el suelo que permite que el agua se infiltre en él, a través de sus poros. El coeficiente de permeabilidad (k) es un indicador de la velocidad con la que el agua atraviesa los diferentes tipos de suelo” Jaramillo (2002). En el Anexo 2 se observa el tipo de suelo y el coeficiente de permeabilidad que tienen.

3.7.1.3. Profundidad del nivel freático.

Refiere a la profundidad que se encuentra el agua. Los terrenos aptos para la ubicación del relleno sanitario deben ser secos o con agua a más de un metro de profundidad durante todo el año; si no se contase con un terreno de las características anteriores se deberá tratar de drenar de manera artificial. Caso contrario es mejor descartar los que permanecen inundados durante largos periodos.

3.7.1.4. Disponibilidad del material de cobertura.

El suelo limo-arcilloso es adecuado en el terreno seleccionado, dicho terreno necesariamente tiene que ser plano, donde el nivel del agua subterránea este a una profundidad adecuada y sin riesgo de contaminarla, y que pueda brindar el material de cobertura acorde con lo que se requiera. También se puede de ser el caso llevar material de cobertura de otro lugar no muy lejano.

3.7.2. Condiciones climatológicas.

Es imprescindible reunir datos climatológicos de precipitación, evaporación y dirección del viento para así poder fijar las especificaciones de la construcción del relleno sanitario, conociendo con anticipación a las condiciones a que se expondrá la construcción.

3.7.3. Aspectos demográficos.

3.7.3.1. Población.

Teniendo el conocimiento del total de habitantes facilita precisar la cuantía de RRSS que se dispondrá. Debe de haber una diferenciación entre la generación de residuos sólidos rurales y urbanos, los residuos del ámbito rural son de menor cantidad y los de ámbito urbano de mayor cantidad por factores como, concentración de las masas y el adelanto en la tecnología.

3.7.3.2. Proyección de la población.

Es aquella proyección futura que tendrá el proyecto que va desde cinco a diez años (Jaramillo, 2002). Para determinar la tasa de crecimiento poblacional, es decir el ritmo de crecimiento se usó datos de dos censos nacionales como mínimo (MINAM, 2011). Considerando la cantidad de población, se usó la fórmula de crecimiento aritmético, esto basado en que es un distrito pequeño con una población no muy extensa, la fórmula de la ecuación a emplearse:

$$P_f = P_o + (1 + r * t)$$

Donde:

- P_f = Población futura
- P_o = Población actual
- r = Tasa de crecimiento de la población
- t = variable tiempo (en años)

3.7.4. Aspectos generales de los residuos sólidos.

“Los aspectos que se deben conocer son la generación per cápita (GPC), la producción total y la proyección de la producción total, es también necesario la composición de los residuos sólidos” (Jaramillo, 2002).

3.7.4.1. Generación per cápita.

“La generación per cápita (GPC) de los RSM se expresa en kilogramo por habitante por día (kg/hab-día), es el resultado de dividir la cantidad total de residuos entre la cantidad de habitantes” (MINAM, 2011). “Se puede determinar relacionando la cantidad de residuos entregadas por vivienda. Para determinar dicha producción se usó la siguiente ecuación”.

$$GPC = \frac{CRR}{Pob}$$

Donde:

- GPC = Generación Per Cápita por día (kg/hab/día)
- CRR = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem)
- Pob = Población total (hab)

3.7.4.2. Producción total.

Al determinar la producción total se podrá decidir sobre que vehículo se usará en proceso de recolección, el número de personal, las rutas de recolección, y cuántas veces se recolectará a la semana, que área se empleará, el costo y de ser el caso el costo del

servicio. “La producción de RSM está dada en relación de la población con la GPC” (Jaramillo, 2002).

La ecuación usada en dicha producción es la siguiente:

$$DS_d = Pob * GPC$$

Donde:

DS_d	= Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)
Pob	= Población total (habitantes)
GPC	= Generación per cápita (kg/hab-día)

3.7.4.3. Proyección de la producción total.

Para poder hacer posible dicho cálculo de la producción total, “se tuvo en cuenta la proyección hecha de la GPC, pero, teniendo conocimiento que el desarrollo y crecimiento urbano y comercial de la población, los índices de generación per cápita aumentan cada año, este aumento va entre un 0.5 y 1%” de acuerdo con (Jaramillo, 2002). En la proyección se empleó 1% para determinar la producción total.

3.7.5. Selección del método de relleno.

La elección del método de relleno dependerá de las características del lugar, pudiendo ser el método de trinchera o zanja, el método de área, o la combinación de ambos, pues los factores que determinarán el método son la topografía, el tipo de suelo, sin olvidar a que profundidad esta la capa freática.

3.7.5.1. Método de zanja o trinchera.

Este tipo de método se suele emplear en lugares planos, el nivel de profundidad normal va desde 3 a 4 metros, la distancia entre zanja y zanja debe ser de 1 metro, la maquinaria empleada es una retroexcavadora o tractor oruga, la tierra retirada al excavar se emplea para el material de cobertura e ir tapando la zanja diariamente. “También se debe contar con información de la profundidad de la capa freática, el tipo de suelo, evitando en lo posible el suelo rocoso. Además es imprescindible construir canales para conducir el agua de lluvia al sistema de drenaje” (Rivera, 2011).

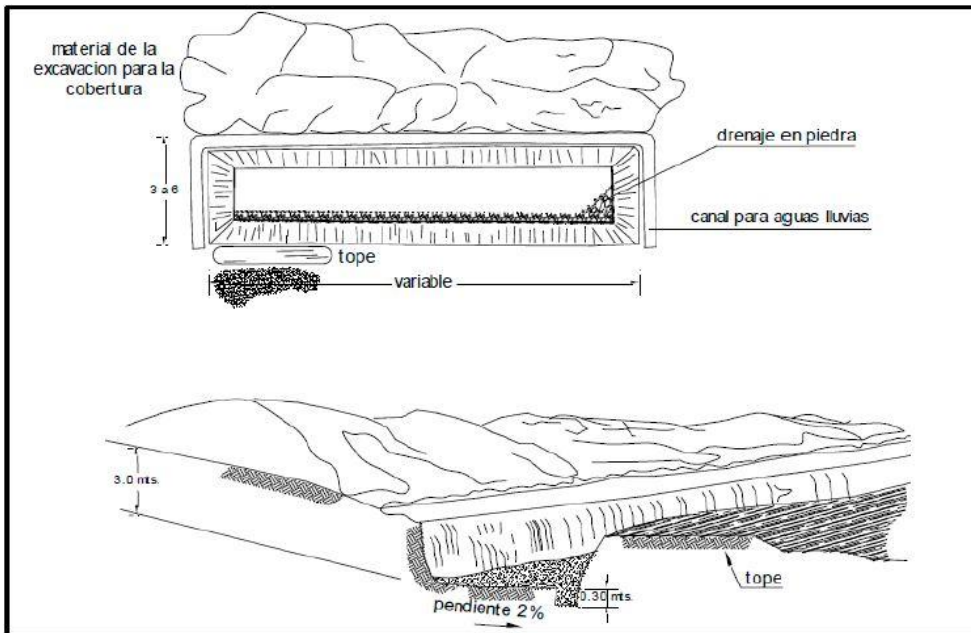


Figura 3. Método de trinchera para construir un relleno sanitario.

Fuente: Morín & Soto (2017)

3.7.5.2. Método de área.

Este método se emplea también en zonas planas a diferencia de que no sea factible excavar para depositar los RRSS, este método emplea el suelo sin ahondar, es decir solo se cubrirá con el material de cobertura; haciendo que gane altura, dicho material será traído desde de otro lugar, o también podría usarse la delgada capa superficial para cubrir los residuos. “La primera forma de este método se hace al establecer una pendiente ligera para evita deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno” (Rivera, 2011), tal como se muestra en la *Figura 4*.

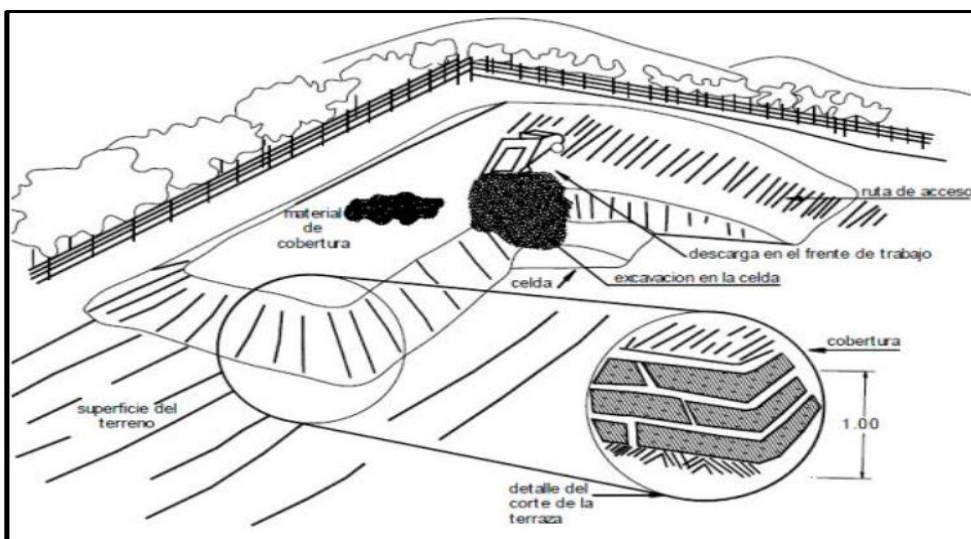


Figura 4. Método de área para construir un relleno sanitario

Fuente: Morín & Soto, (2017)

Además, se puede optar como sitio para el relleno sanitario aquellos que presentes desniveles o canteras empleadas, estos deben tener unos varios metros de hondura. “Para cubrir los residuos se emplearía material de cobertura extraída de terreno con pendiente encontrada alrededor del lugar, las celdas se irán llenando desde el fondo hacia arriba” (Rivera, 2011), así como se muestra en la *Figura 5*.

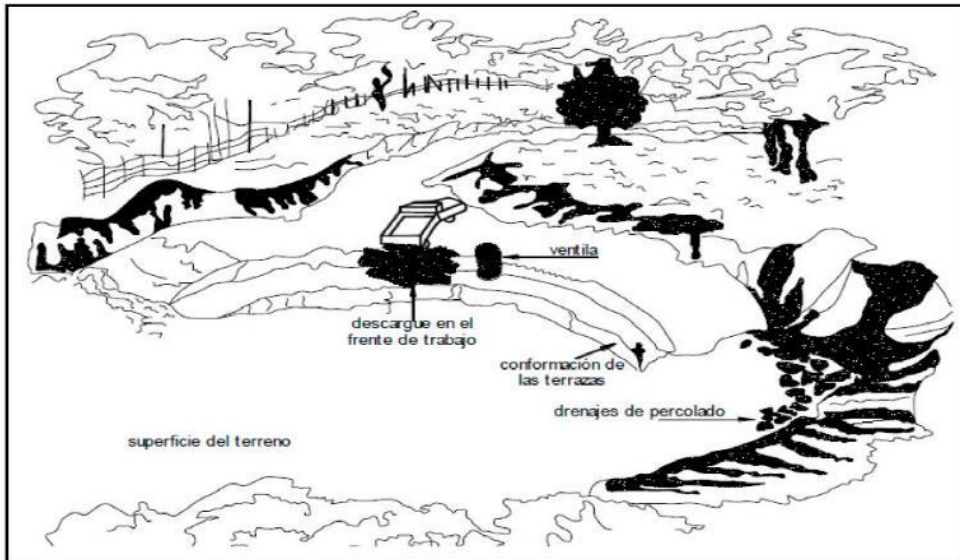


Figura 5. Método de área para construir un relleno sanitario

Fuente: Morín & Soto, (2017)

“Las celdas del relleno se apoyan en la pendiente del terreno, en la operación de estas, se compacta y se tapa a diario con tierra con capa que puede ser desde 0,1 hasta 0,2 m de grosor, conservando una ligera pendiente desde 30 grados en el talud y de 1 a 2 grados en la superficie” (Rivera, 2011).

3.7.5.3. Combinación de ambos métodos.

Consiste en emplear el método de trinchera y área, lo que permite usar mejor el sitio seleccionado, la cantidad de material de cobertura, y a su vez facilita la operación del relleno, tal como se muestra en la *Figura 6*.

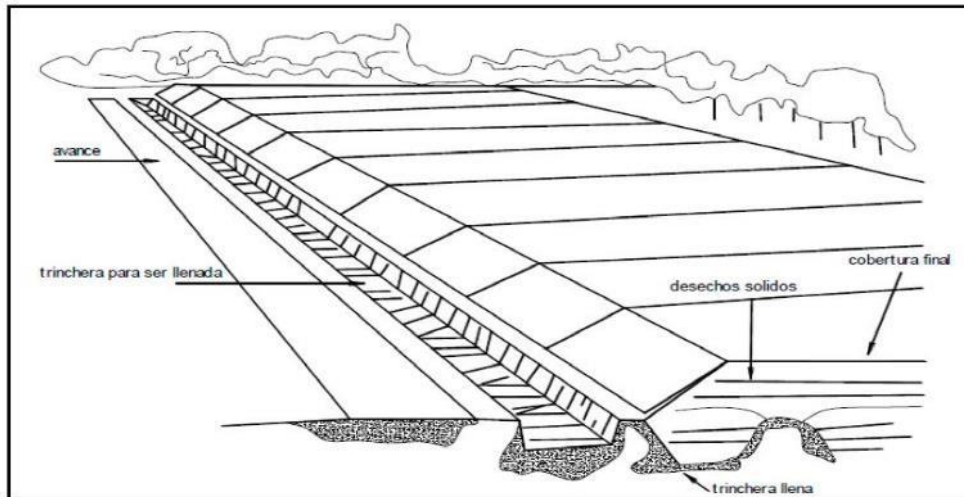


Figura 6. Combinación de ambos métodos para construir un relleno sanitario

Fuente: Morín & Soto (2017)

Las funciones del material de cobertura son tres, el primero es evitar la fuga de los gases, el segundo es impedir la infiltración pluvial en especial, y último es imposibilitar el contacto de insectos, roedores y aves con los residuos sólidos (Rivera, 2011).

El método seleccionado a ser empleado fue el combinado porque necesita menor área y por demanda menores costos de adquisición del terreno para el relleno, además de ser mucho más fácil de operar.

3.7.6. Cálculos necesarios.

Después de haber elegido el método combinado de trinchera y área, se realizó diversos cálculos que son esenciales para concluir con esta etapa de diseño.

3.7.6.1. Densidad de los residuos sólidos.

Para el cálculo y dimensión de la celda diaria que se empleó además del volumen del relleno sanitario se tuvo en cuenta las densidades que se mencionan:

- i. Celda diaria: puede contener una densidad de 400-500 Kg/m³, de residuos compactados manualmente.
- ii. Volumen del relleno: la densidad es de 500 - 600 kg/m³ de los residuos anteriormente compactados y estabilizados.

Las densidades mencionadas son producto de la compactación hecha a los residuos sólidos, pudiéndose lograr aumentar la solidez del relleno sanitario manual si se hiciese lo siguiente:

- La compactación manual, con el empleo de rodillo o los mazos de mano.
- Transitar con el vehículo recolector por encima de las celdas ya conformadas.

- La segregación y reciclaje de materiales (papel, cartón, plástico, vidrio, chatarra, madera y otros materiales voluminosos) para disminuir la cantidad de RRSS que se disponen y solo poniendo los que no se puede recuperar, incrementando así la vida útil del relleno.
- La descomposición de la MO sumado al peso de las capas de cobertura de las celdas incrementa la densidad de los residuos sólidos.

$$\rho_{RRSS} = \frac{\text{Peso de la basura en Kg}}{\text{Volumen del Tambor (m}^3\text{)}}$$

3.7.6.2. Cálculo del volumen necesario para el relleno sanitario.

“Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de: - La producción total de RSM. - La cobertura de recolección (la condición crítica de diseño es recibir el 100% de los residuos generados). - La densidad de los RSM estabilizados en el relleno sanitario manual. - La cantidad del material de cobertura (20 - 25%) del volumen compactado de RSM” Jaramillo, (2002).

La cantidad usada para el material de cobertura fue el 20%, este es suficiente estando bien compactado.

3.7.6.3. Volumen de residuos sólidos.

“El volumen diario generado resultó de la relación del volumen de los residuos sólidos que se dispone en un día expresado en (m³/día), y la densidad de residuos recientemente compactados el cual es de 400-500 Kg/m³, y los estabilizados de 500-600 kg/m³” (Jaramillo, 2002). “De modo que el volumen anual se encontró a partir de la relación entre el volumen de residuos sólidos a disponer en un día entre 365 días que es el equivalente a los días de un año” (Morín & Soto, 2017)

$$V_{\text{Diario}} = \frac{\text{CRD}}{D_{\text{rsc}}}$$

$$V_{\text{Anual}} = V_{\text{Diario}} * 365$$

Dónde:

V_{Diario}	= Volumen de residuos sólidos a disponer en un día (m ³ /día)
CRD	= Cantidad de residuos sólidos producidos (kg. /Día)
V_{Anual}	= Volumen de residuos sólidos en un año (m ³ /año)
365	= Equivalente a un año (días)
D_{rsc}	= Densidad de los residuos sólidos recién compactados, (400-500 kg/m ³) y estabilizados (500-600 kg/m ³).

Las densidades utilizados en la presente investigación tanto para compactados y estabilizados son: 500 kg/m³ y 600 kg/m³ respectivamente.

3.7.6.4. Volumen del relleno sanitario.

Dato que se consiguió al multiplicar el volumen de los RRSS en un año por el material de cobertura, el factor del material de cobertura es desde 0.20 hasta 0.30.

$$VRS = V_{\text{Anual}} + MC$$

Dónde:

VRS = Volumen del relleno sanitario manual (m³/año)

V_{Anual} = Volumen de residuos sólidos en un año (m³/año)

MC = Factor de material de cobertura (20% a 30%) con respecto al volumen compactado.

Los resultados hallados se emplearon para conocer el volumen total del relleno sanitario durante toda su vida útil, es decir los valores acumulados anualmente, la ecuación empleada fue la siguiente:

$$VRS_{vu} = \sum_{i=1}^n VRS_{\Sigma}$$

Dónde:

VRS_{vu} = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m³)

n = Número de años.

El área necesaria para construir el relleno sanitario está en base a los siguientes factores:

- ✓ Cantidad de RRSS a disponer y cantidad de material de cobertura.
- ✓ Densidad de compactación de los RRSS.
- ✓ Profundidad o altura del relleno sanitario manual.
- ✓ Capacidad volumétrica del terreno.
- ✓ Áreas auxiliares para demás obras.

El área de los residuos sólidos relaciona el volumen necesario del relleno sanitario (m³/año) entre la altura o profundidad media del relleno sanitario (m). La ecuación utilizada para determinar dicha área fue la siguiente

$$A_{RS} = \frac{VRS}{h}$$

Dónde:

A_{RS} = Área a rellenar sucesivamente (m^2)

V_{RS} = Volumen necesario del relleno sanitario ($m^3/año$)

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

Para obtener el área total requerida se multiplicó el factor de aumento del área adicional requerida por el área a rellenar sucesivamente, dicha área se refiere a las vías, zonas de aislamiento, caseta e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. El factor a considerarse se encuentra entre 20 a 40% del área a rellenar.

$$A_T = F * A_{RS}$$

Dónde:

A_T = Área total requerida (m^2).

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de aislamiento, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este se considera entre un 20-40% del área a rellenar.

El factor empleado fue el 40% o también es lo mismo decir 0.4 y para facilitar la obtención de los resultados se usó 1.4 debido a que este valor multiplica.

3.7.6.5. Cálculo de la celda diaria.

Jaramillo (2002) explica que “la celda diaria se compone por los RSM y el material de cobertura, se dimensiona con la finalidad de economizar tierra, cuidando el recubrimiento de la celda para facilitar el trabajo al operar los vehículos. Asimismo, para calcular las dimensiones y el volumen de la celda están los siguientes factores:

- La cantidad diaria de RSM que se debe disponer.
- El grado de compactación.
- La altura de la celda más cómoda para el trabajo manual.
- El frente de trabajo necesario que permita la descarga de los vehículos de recolección.

Las dimensiones de las zanjas se limitan por las siguientes dimensiones: La profundidad de la zanja, de 3 m de acuerdo con el tipo de suelo, la profundidad de la napa freática, tipo de equipo y costos de excavación.

a. Cantidad de RSM que se debe disponer.

Esta cantidad de RSM se obtuvo de la cantidad de residuos producida a diario. A continuación, se aprecia la fórmula.

$$DS_{rs} = DS_p \times \left(\frac{7}{d_{hab}}\right)$$

Dónde:

- DSrs = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)
 DSp = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)10
 dhab = Días hábiles o laborables en una semana (normalmente d hab = 5 o 6 días, y aún menos en los municipios más pequeños).

b. Volumen de la celda diaria

$$V_c = \frac{DS_{rs}}{DS_{rsm}} \times m. c$$

Dónde:

- Vc = Volumen de la celda diaria (m³)
 Drsm = Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m³
 m. c. = Material de cobertura (20-25%)

c. Dimensiones de la celda diaria

- Área de la celda

$$A_c = \frac{V_c}{h_c}$$

Dónde:

- Ac = Área de la celda (m²/día)
 Hc = Altura de la celda (m) - límite 1,0 m a 1,5 m. Flintoff reporta alturas entre 1,5 y 2,0 m para rellenos sanitarios con operación manual, con lo que disminuye el material de cobertura.

- Largo o avance de la celda (m)

$$1 = \frac{A_c}{a}$$

- a = Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores (m). Debe tenerse en cuenta que en pequeñas comunidades serán uno o dos vehículos como máximo los que descarguen a la vez, lo que determina el ancho entre 3 y 6 m.

La relación de largo-ancho restado el material de cobertura debe ser un cuadrado, debido a que los taludes deber cubrirse. La raíz cuadrada del área de la celda se expresa en la siguiente fórmula:

$$a = l = \sqrt{A_c}$$

“Cuando esto no se cumple por ser el ancho resultante demasiado estrecho para la descarga de los vehículos, entonces se fija primero el ancho y luego se calcula el avance” Jaramillo (2002).

3.7.6.6. Cálculo de los trabajadores a emplearse.

Para poder calcular los trabajadores que se emplearían se tuvo en cuenta la cantidad de RRSS, el material para la cobertura, el horario de trabajo y cantidad de días que trabajarían.

En la Tabla 5 se tiene los ítems de las operaciones para calcular los trabajadores que se emplearían, el tiempo recomendado es de 6 horas debido q que no hay un trabajo continuo de 8 horas.

Tabla 5. Cálculo para conocer la cantidad de trabajadores a emplearse.

Operación	Rendimientos	trabajador/día
Movimiento de residuos	$\frac{\text{Desechos sólidos } (\frac{t}{\text{día}})}{0.95 \frac{t}{h} - \text{trabajador}} \times \frac{1}{6 h}$	X_1
Compactación de residuos	$\frac{\text{Área superficial } (m^2)}{20 \frac{m^2}{h} - \text{trabajador}} \times \frac{1}{6 h}$	X_2
Movimiento de tierra	$\frac{\text{Tierra } m^3}{(0.35 \text{ a } 0.70) \frac{m^3}{h} - \text{trabajador}} \times \frac{1}{6 h}$	X_3
Compactación la celda	$\frac{\text{Área superficial } (m^2)}{(20) \frac{m^2}{h} - \text{trabajador}} \times \frac{1}{6 h}$	X_4
Total trabajadores	$\sum X_1 + X_2 + X_3 + X_4$	

Fuente: Flintoff citado por Jaramillo (2002)

Siendo además indispensable un jefe quien dirija las actividades dentro del relleno, es decir un supervisor profesional, que para dicho cargo sería un Ingeniero Ambiental - Sanitario o Bachiller en Ingeniería Ambiental – Sanitario. Si bien es cierto importante su presencia en el lugar, este puede dedicar su tiempo de labor en el aseso urbano en general, en caso de disponer de tiempo al no operar el relleno.

3.7.6.7. Gestión de lixiviados.

“La MO es la que se descompone de manera más elevada. Los productos secundarios de la descomposición están constituidos por líquidos, gases y sólidos. El lixiviado es un líquido muy concentrado, maloliente de color negro, parecido a las aguas residuales domésticas, generado por la descomposición o putrefacción natural de la basura” Jaramillo (2002).

a. Cálculo estimación de lixiviados producidos

Jaramillo (2002) “afirma que el volumen de lixiviado en un relleno sanitario depende de los siguientes constituyentes: - Precipitación pluvial en el área del relleno. - Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea. - Evapotranspiración. - Humedad natural de los RSM. - Grado de compactación. - Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSM para retener humedad).

El volumen de lixiviado está en relación a la precipitación de las lluvias, ya sea las escorrentías o infiltraciones. “En algunos casos cuando se dificulta la obtención de datos climatológicos, se pueden utilizar coeficientes que correlacionan los factores antes mencionados, para así poder precisar el volumen de lixiviado producido” (Jaramillo, 2002).

Para estimar el caudal del lixiviado se empleó el método suizo, este permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado mediante la ecuación:

$$Q = \frac{1}{t} P \times A \times K$$

Dónde:

Q = Caudal medio de lixiviado (lt/seg)

P = Precipitación media anual (mm/año)

A = Área superficial del relleno (m²)

T = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyos valores recomendados son los siguientes:

- Para rellenos ligeramente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 t/m³, se produce de lixiviado entre 25 y 50% (k = 0,25 a 0,50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.
- Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0,7 t/m³, se genera una cantidad de lixiviado entre 15 y 25% (k = 0,15 a 0,25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Los lixiviados se generan principalmente durante los periodos de precipitaciones y unos días después. Basándose a esto se tiene que hacer una adaptación del método, en relación de la precipitación de los meses de lluvia y no todo el año. Este es un criterio e a la hora de estimar la red de drenaje o almacenamiento de lixiviado para los rellenos sanitarios manuales.

Entonces los registros de precipitación serán de los meses de máxima lluvia, expresados en mm/mes, con lo cual se consigue una buena aproximación al caudal generado:

$$Q_{lm} = P \times A \times K$$

Dónde:

Q_{lm} = Caudal medio de lixiviado generado (m³/mes)

P_m = Precipitación máxima mensual (mm/mes)

A = Área superficial del relleno (m²)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, 1 m = 103 mm.

b. Diseño del sistema de drenaje de lixiviado

El diseño tiene como criterio la cantidad de ingreso pluvial, para la construcción de canales a nivel de perímetro y un techo sobre los terraplenes. Logrando así que la cantidad de lixiviado sea prácticamente despreciable, mitigando así uno de los mayores problemas de este tipo de obras, sobre todo en las zonas lluviosas.

“Otra alternativa se debe de construir un sistema de almacenaje de lixiviados en forma de espina de pescado” (Jaramillo, 2002).

c. Volumen de lixiviado

Todo lo que se genere se tendrá que almacenar en cunetas dentro del relleno, de no bastar con esto se dejará al aire libre, reduciendo el agua con el proceso de evaporación. La fórmula que se empleó para determinar este volumen fue la siguiente:

$$V = Q \times t$$

Dónde:

V = Volumen de lixiviado que será almacenado (m³)

Q = Caudal medio de lixiviado (m³/mes)

t = número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes)

d. Longitud del sistema de zanjas para el lixiviado

“Las zanjas deben tener por lo menos un ancho de 0,6 metros por 1 metro de profundidad, sabiendo que el nivel freático esté un metro más abajo y el suelo tenga las condiciones de impermeabilidad” (Jaramillo, 2002).

$$l = \frac{V}{A}$$

Dónde:

- l = Longitud de las zanjas de almacenamiento (m)
- V = Volumen de lixiviado que será almacenado durante los periodos de lluvia (m³)
- A = Área superficial de la zanja (m²).

3.7.6.8. Generación de gases.

Esta generación se da debido a la descomposición de los RSM, puesto que el relleno tiene características de biodigestor tipo anaeróbico, el cual se da a través de dos etapas: aerobia y anaerobia. “La aerobia no tiene mucha duración y es irrelevante, mientras que la anaerobia, es de predominio, en esta etapa no hay circulación de oxígeno por no ingresar aire, de ahí que se produzcan cantidades considerables de metano (CH₄ y dióxido de carbono (CO₂), así como trazas de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H₂S), amoníaco (NH₃) y mercaptanos” (Jaramillo, 2002).

a. Drenaje de gases

“Este drenaje se logra a través de chimeneas hechas de tubos de concreto, como un sistema de ventilación, estos tubos atraviesan en sentido vertical todo el relleno, los cuales tienen conexión con los drenajes de lixiviados” (Jaramillo, 2002).

También se puede hacer con tubería PVC, “el cual consiste en tubos perforados que se colocan dentro de la capa de piedra bola o grava. Es necesario que haya una capa de filtro sobre la capa de drenaje (geotextil, pasto, saquillo extendido u otro material equivalente) para evitar la colmatación de los tubos. El diámetro de los tubos puede estar entre 100 y 300 mm. Para los colectores mayores en rellenos grandes, es recomendable tubos con el diámetro de 250 a 300 mm” (Ministerio de Medio Ambiente y Agua [MMAA], 2010).

“Las chimeneas deben de tener un diámetro de 0.3 a 0.5 metros y separadas de 20 a 50 metros. Estas chimeneas deben ser construidas de forma vertical a medida que progresa el relleno sanitario y desde la base del mismo, procurando que el entorno de la chimenea este bien compactada” (MMAA, 2010).

3.7.6.9. Cálculo de la vida útil.

“El volumen del relleno comprendido entre las configuraciones iniciales y final del terreno, calculadas mediante cualquiera de los métodos descritos anteriormente nos darán el volumen total disponible. El volumen total disponible del terreno se compara con los valores de los volúmenes acumulados del relleno, hasta encontrar un valor similar o ligeramente mayor al número de años que equivalen a la vida útil del relleno” (Jaramillo, 2002).

3.7.7. Operación, mantenimiento y cierre técnico.

Para que todo sea de conformidad a las especificaciones y recomendaciones brindadas en el estudio final o informe del proyecto es necesario que cuente con una buena voluntad político-administrativa. La operación, mantenimiento y cierre técnico es de vital importancia en comparación con la de otras obras públicas.

Durante la construcción y cierre del relleno sanitario se debe considerar las relaciones públicas como prioridad durante la construcción como después del cierre el relleno, es así que debe de ser promovido y divulgado. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes factores:

3.7.7.1. Clausura del botadero municipal.

Para la exitosa operación del sistema proyectado, se debe programar y clausurar el botadero tradicional del municipio, así como los demás botaderos existentes en la zona, realizando las siguientes acciones:

- ✓ Hacer pública la clausura del botadero a cielo abierto, anunciando que ya no se permitirá la disposición de basuras en el lugar e informar además a la comunidad sobre la existencia del relleno sanitario para que se dirijan al mismo y su ubicación para obtener su cooperación.
- ✓ Preparar un programa de educación sanitaria y ambiental dirigido a las escuelas y a diversas acciones comunales sobre la importancia que tiene para la salud de todos y el cuidado de su territorio un buen servicio de recolección y disposición final de la basura, haciendo ver la necesidad de sostenerlo entre todos mediante el pago del servicio de limpieza pública.
- ✓ En especial a los comerciantes, que esporádicamente generan gran cantidad de basuras y contratan a un particular para su disposición, informarles de la existencia del relleno sanitario, e indicarles que las depositen allí.
- ✓ Colocar avisos, informando a la ciudadanía las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas dictadas al respecto.
- ✓ Construir un cerco, para impedir el ingreso de personas extrañas y de animales.

- ✓ Realizar un programa de exterminio de roedores y artrópodos, evitando que emigren a las viviendas vecinas, con los consiguientes riesgos y problemas.

3.7.7.2. Operación y mantenimiento del relleno sanitario.

Es muy importante para el manejo adecuado de los residuos sólidos, porque gracias a una buena operación del relleno además de un mantenimiento del mismo dependerá su vida útil, por lo que se requerirá realizar evaluaciones cada cierto tiempo (Jaramillo, 2002).

a. Control de operaciones

Como es el ingreso de RSM y tierra, cantidad (peso y volumen estimados), su procedencia, tipo de RRSS, tipo de transporte, recibir RRSS que hayan sido autorizados, ingreso de vehículos y visitantes, el horario de los trabajadores, el mantenimiento de herramientas, así como ocurrencias extraordinarias (incendios, aguaceros, retraso del vehículo recolector).

b. Control de la construcción

Consistirá en ver el adecuado desarrollo de la construcción del relleno, revisando los materiales que se emplean y como se emplean, teniendo en cuenta la norma de seguridad en construcción; y con la ayuda de los planos de construcción se revisara las alturas de celdas. Los ángulos de los taludes deben ser adecuados para una estabilidad (Jaramillo, 2002).

c. Control de costos

“Está enfocado en el costo del servicio de recolección de los residuos que brindaría la municipalidad, esto se debe dar en la etapa de inversión, construcción, operación y mantenimiento, este control es para ver el rendimiento del trabajo y no se de lo contrario un problema para la municipalidad” (Jaramillo, 2002).

El control económico debe ser según las actividades del servicio de limpieza pública, valorando el costo de cada uno, de esta manera conocer el costo total del servicio y cuanto sería costo del servicio. Por lo que permitiría la viabilidad de dicho servicio, los componentes a considerar para calcular los costos operacionales son: La operación y mantenimiento, las herramientas a adquirir y reponer, el transporte del material de cobertura, el alquiler de los equipos para adecuar el sitio seleccionado antes de la apertura del relleno, las zanjas y el camino de acceso y los costos indirectos como son la administración y supervisión.

d. Cierre del relleno sanitario

"En el art. 89º del Reglamento de la Ley General de RRSS se menciona que el plan de cierre es aprobado como parte del EIA (Estudio de Impacto Ambiental) o PAMA (Programa de Adecuación y Manejo) de la infraestructura de RRSS. Para su ejecución se requerirá presentar el replanteo a la autoridad de salud de la jurisdicción 4 años antes del límite de vida útil" (MINAM, 2011).

En esta fase se deberán tomar acciones para mantener el relleno cerrado al finalizar la vida útil, aquí se busca que el área empleada quede similar a lo que fue en un principio antes de su ocupación, conservando la última cubierta, funcionamiento correcto de los sistemas de drenaje de gases y lixiviados (MINAM, 2011).

El problema de inestabilidad del relleno del relleno cerrado podría deberse a la filtración de lixiviados, gases, averías en los sistemas presentes, también serían algunas explosiones de gases debido a la variación de presión de los gases y obstrucciones en la red de lixiviados. Es mucho más importante evitar este problema en la etapa de cierre por tener muchos daños ambientales. Siendo los lixiviados de mayores riesgos para el medio ambiente y la salud, además de los olores.

3.8. Instrumentos de recolección de datos

En el presente proyecto se utilizaron los siguientes instrumentos para recolección de datos:

3.8.1. Sistema de posicionamiento global (GPS).

El GPS es un instrumento que servirá para determinar las coordenadas del área de estudio, se utilizará un GPS marca Garmin, modelo ETREX 10, antes de su empleo para obtener coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), fue calibrado para mayor confiabilidad de los datos.

3.8.2. Estudio de caracterización de residuos sólidos.

Para determinar la generación y caracterización de los residuos sólidos del distrito de Jepelacio, se tomó en cuenta la metodología de la Dr. Sakurai (1982), "Procedimientos Estadísticos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos" Cantanhede, Monge, & Sandoval (2006) y "la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil" (MINAM & MEF, 2008).

3.8.2.1. Determinación del número de muestras.

Para la determinación y distribución del número de muestras, previamente se realizó trabajo de campo y gabinete, luego se determinó el tamaño de muestra utilizando la fórmula estadística (recomendado por el MINAM y MEF) que es la siguiente:

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2}$$

Dónde:

- n = número de viviendas (hogares)
- σ = Desviación estándar
- E = Error permisible.
- N = Total de hogares.
- $Z_{1-\alpha/2}$ = nivel de confianza, 95% = 1.96

3.8.2.2. Procedimientos metodológicos para la realización del estudio.

Después que se obtuvo el número de muestras y la ubicación aleatoria, se determinó los procedimientos metodológicos para la realización del estudio de caracterización.

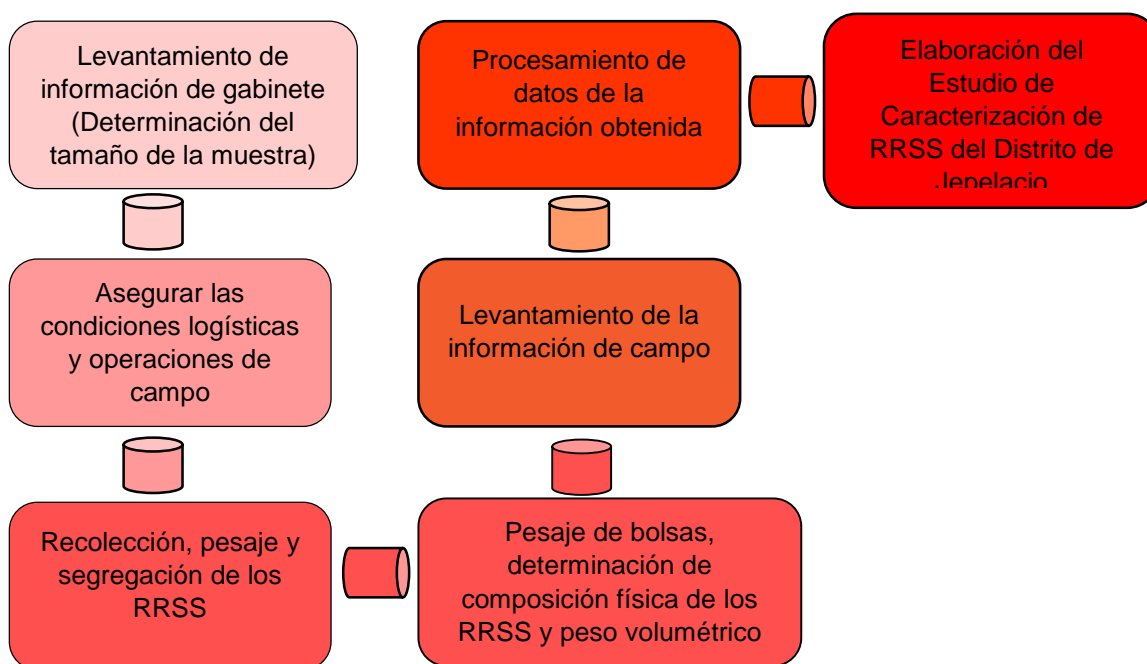


Figura 7. Esquema de la metodología a realizar para la elaboración del estudio de caracterización de RRSS.

Fuente: Elaboración propia

3.8.3. Selección de sitio.

La Metodología usada y desarrollada en el “Estudio Referencial de Selección de Sitio son los criterios de restricción y selección” Reglamento de la Ley N° 27314 (2004) además de la metodología de valoración en la “Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de un Relleno Sanitarios Manual” MINAM (2011).

3.8.3.1. Pasos de metodología.

A fin de ejecutar una evaluación de las distintas áreas preseleccionadas o alternativas para el proyecto de relleno sanitario, se siguió los siguientes pasos:

Paso 1: Definición de parámetros de evaluación

Definir los parámetros que se utilizará para el proceso de evaluación, el parámetro debe ser cuantificable a fin de poder comparar el valor en diferentes alternativas.

Paso 2: Definir de los valores límite

También llamado de referencia y las opciones de calificación por cada parámetro que se utilizó en la selección, estos valores guardaran absoluta concordancia con lo establecido en las normas, reglamentos o normas técnicas específicas y en el caso de no encontrarse regulados en función de referencias nacionales o internacionales especializadas en el diseño o la gestión de residuos.

Paso 3: Definición de la importancia del parámetro

Se hizo en base a la cantidad de áreas posibles preseleccionadas, estableciendo su importancia de cada parámetro, asignando su importancia a los parámetros sociales y después a lo demás de la parte técnica.

Paso 4: Definición del sistema de calificación

Después de definida la importancia de los parámetros, así como el grado de cumplimiento de cada uno de acuerdo a una calificación, el producto de ambos fue la calificación total del parámetro.

Posteriormente se realizó la suma de todas las calificaciones de cada una de las alternativas preseleccionadas haciendo la evaluación y ponderación final de ellas.

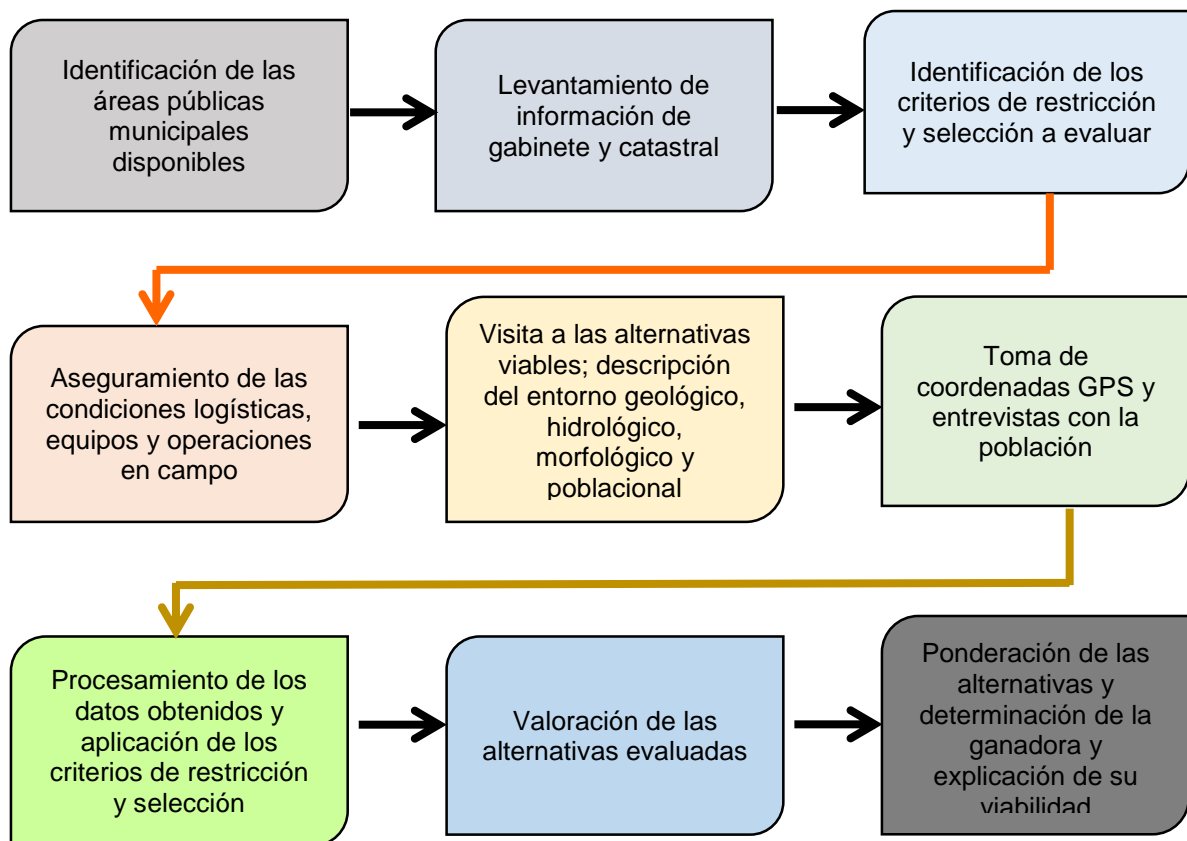


Figura 8. Esquema de la metodología para la selección de sitio

Fuente: Elaboración propia.

3.8.4. Levantamiento topográfico.

- i. Se ubicó y se hizo el reconocimiento del terreno insitu.
- ii. Se ubicó los puntos que sirvieron como referencia para hacer el levantamiento topográfico.
- iii. Se tomó las coordenadas de las áreas seleccionadas con GPS (Garmin - Etrex 10), con un error de 2 m. a la redonda.
- iv. Se tomó puntos en las cuatro esquinas del terreno para definir el perímetro y también tomamos puntos de relleno para generar las curvas de nivel en el plano topográfico.
- v. Una vez terminado el trabajo de campo se hizo el trabajo de gabinete el cual consistió en el procesamiento de los datos llegando a la elaboración del plano topográfico.
- vi. Se bajó los datos del GPS haciendo unos del cable USB del equipo, utilizando el programa MapSource se dió el formato geodatabase (.gdb) con el cual se importó los datos al programa ArcGis 10.5 (ArcMap), seguidamente al Google Earth y por

último se convirtió en la página GPS Visualizer con formato GPS eXchange Format (.gpx).

3.8.5. Diseño del relleno sanitario.

La metodología que se usó para los cálculos del diseño del Relleno Sanitario Manual se tomó de la publicación titulada “Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales” Jaramillo (2002).

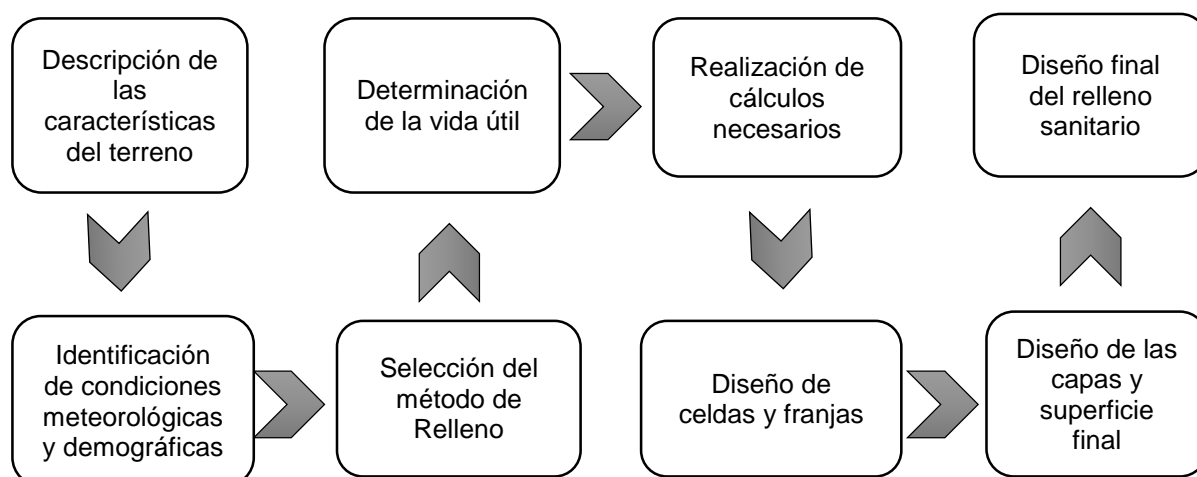


Figura 9. Esquema del diseño del Relleno Sanitario Manual

Fuente: Elaboración propia

3.8.6. Evaluación de impacto ambiental (EIA).

El trabajo que se realizó para el EIA consistió de una serie de actividades llevadas a cabo en dos fases definidas: campo y gabinete.

3.8.6.1. Trabajo de campo.

En la fase de campo se realizó el reconocimiento de las áreas donde se ubicará el Relleno Sanitario Manual para distrito de Jepelacio, así como, incluyendo la caracterización de residuos sólidos. Para este último se usó EPP de bioseguridad, como son: guantes, mascarilla, botas y ropa cerrada.

3.8.6.2. Trabajo de gabinete.

En la fase de gabinete se trabajó la información recopilada en campo y se procedió a elaborar el documento del EIA, además se analizará los principales impactos en el siguiente orden cronológico:

- i. Fase de Habilitación: relacionada a las operaciones que se realizaría para la construcción del Relleno Sanitario Manual, comprende la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

- ii. Fase de Operación: referidos a las actividades de operación del Relleno Sanitario Manual, ésta comprende la etapa de Funcionamiento.
- iii. Fase de Cierre: es la culminación de la operación del Relleno Sanitario Manual y las acciones del cierre, aquí estarían las etapas de Cierre y Reforestación.

Para la evaluación de los impactos que podría ocasionar el proyecto sobre el ambiente y la salud, sean positivos o negativos, se empleó la metodología para la evaluación de impactos ambientales propuesta por la Facultad de Ciencias Exactas (2003) y Conesa (2011). Su principal utilidad es proporcionar una presentación ordenada de las evaluaciones cualitativas y las relaciones causa-efecto entre las actividades del proyecto y los impactos identificados para componente ambiental.

3.8.6.3. Criterios de evaluación.

Los criterios elegidos para la evaluación en el presente Proyecto buscaron caracterizar los posibles impactos en términos de Magnitud e Importancia, estos tienen dos criterios cada uno respectivamente, el primero Intensidad y reversibilidad, el segundo duración e influencia. La evaluación de la Magnitud está referida a la severidad del impacto sobre un determinado componente ambiental, mientras que la Importancia se centra en el alcance del impacto. Lo anterior se calificó en base a un conjunto de criterios (características y cualidades) que permiten conocer su intensidad y su reversibilidad, su duración e influencia. La Magnitud e Importancia del impacto se determinó por la multiplicación de la calificación de cada criterio. Los criterios para caracterizar la Magnitud e Importancia son:

Tabla 6. Descripción de los criterios de la magnitud e importancia de los Impactos

Criterio	Grado	Descripción
Intensidad	Baja	Cuando el grado de alteración es pequeño y puede considerarse que la condición basal se mantiene.
	Moderada	Cuando el grado de alteración implica cambios notorios respecto a la condición basal, pero dentro de rangos aceptables que no disminuye la función o integridad de la componente dentro del medio de interés.
	Alta	Cuando el grado de alteración respecto a la condición basal es significativa.
	Muy Alta	Cuando el grado de alteración respecto a la condición basal es alarmante.
	Reversible	Cuando al cabo de un cierto tiempo el impacto se revierte en forma natural después de determinada la acción de la Fuente que lo genera.

Reversibilidad	Recupera	Cuando el impacto no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, pero que puede ser revertido mediante acciones correctoras extremas.
	Irreversible	Impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera y que tampoco puede ser revertido mediante acciones correctoras.
	Temporal	Impacto que se manifiesta solo mientras dura la acción que lo genera y ésta es de corta duración.
Duración	Media	Impacto que se manifiesta mientras dura la acción y luego de un tiempo de finalizada ésta.
	Permanente	Impacto que se manifiesta permanentemente luego de finalizada la acción que lo genera.
	Puntual	Cuando el impacto se manifiesta en el sector físico donde se ubica la Fuente.
	Local	Cuando el impacto se manifiesta en el entorno inmediato de la Fuente.
Influencia	Regional	Cuando el impacto se manifiesta fuera del entorno inmediato de la Fuente o en diferentes sectores del área de influencia.
	Nacional	Cuando el impacto se manifiesta fuera del entorno de la Fuente.

Fuente: Morín & Soto (2017)

La clasificación que realizaron Morín y Soto (2017) se basa en cuatro criterios vistos en la tabla anteriormente, de los cuales el que tiene mayor significancia es la magnitud, ya que será el que determina si el impacto es positivo o negativo. A continuación, se presentan dos tablas respectivamente para poder intuir mejor.

Tabla 7. *Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo para su uso con la matriz Leopold*

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Reversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Reversible	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Recupera	-2	Media	Puntual	2
Baja	Irreversible	-3	Permanente	Puntual	3
Moderada	Reversible	-4	Temporal	Local	4

Moderada	Recupera	-5	Media	Local	5
Moderada	Irreversible	-6	Permanente	Local	6
Alta	Reversible	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Recupera	-8	Media	Regional	8
Alta	Irreversible	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Irreversible	-10	Permanente	Nacional	10

Fuente: Dellavedova (2011)

Tabla 8. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo para su uso con la matriz Leopold

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Reversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Reversible	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Recupera	2	Media	Puntual	2
Baja	Irreversible	3	Permanente	Puntual	3
Moderada	Reversible	4	Temporal	Local	4
Moderada	Recupera	5	Media	Local	5
Moderada	Irreversible	6	Permanente	Local	6
Alta	Reversible	7	Temporal	Regional	7
Alta	Recupera	8	Media	Regional	8
Alta	Irreversible	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Irreversible	10	Permanente	Nacional	10

Fuente: Dellavedova (2011)

En el siguiente esquema se puede vislumbrar lo que fue el estudio de impacto ambiental desde su inicio hasta su conclusión.

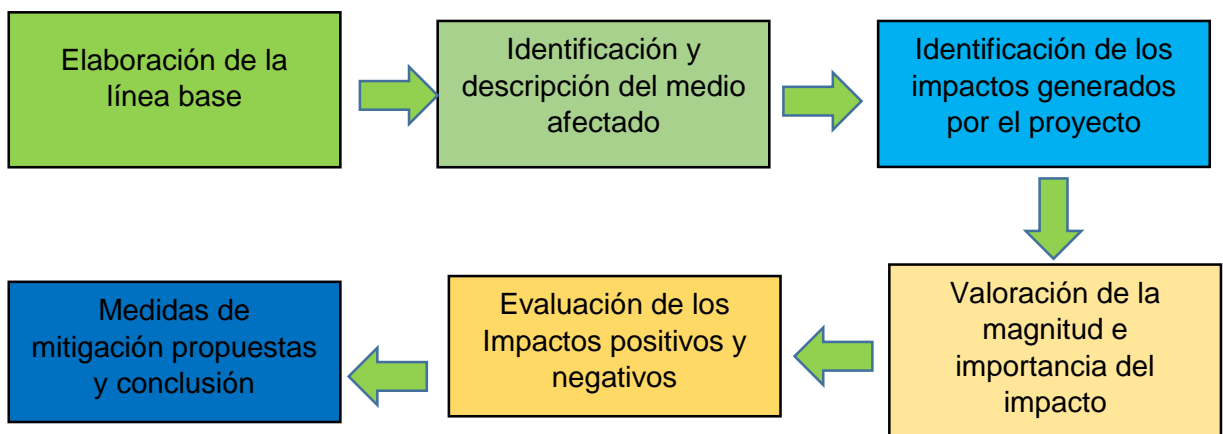


Figura 10. Esquema de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

Resultados y discusión

4.1. Diagnóstico del sistema actual que tiene la municipalidad de Jepelacio para los residuos sólidos

4.1.1. Manejo actual de los residuos.

El entorno con respecto a los residuos sólidos en el distrito de Jepelacio constituye un grave problema de salud e higiene para la comunidad y saneamiento ambiental debido a la inadecuada disposición final que se les da a dichos residuos, es decir el uso de un botadero a cielo abierto.

Respecto a la recolección y el transporte que se hace a los residuos sólidos está en un nivel excelente, esto determinado por la separación de orgánico e inorgánicos IN SITU, teniendo días establecidos para la debida recolección y transporte por separado de dichos residuos. Estableciendo así que la comunidad del distrito de Jepelacio tienen una noción de lo que es segregación en la Fuente. Asimismo, los residuos orgánicos son reaprovechados para la elaboración de abono y distribuido a los que lo necesitan sin ningún costo.

El servicio de recolección de residuos sólidos se viene realizando por personal de la municipalidad de Jepelacio.



Figura 11. Esquema de los residuos sólidos en Jepelacio

Fuente: Elaboración propia

Respecto al personal técnico y administrativo del área de residuos sólidos; cuenta con ocho (08) trabajadores de apoyo, dos (02) choferes, un (01) técnico y un (01) asistente técnico.

Tabla 9. *Funciones del personal del área de residuos sólidos de la municipalidad de Jepelacio*

Función	Cantidad	Descripción
Personal de apoyo (Recolección de Residuos Sólidos)	8	- Recolección de residuos sólidos: Orgánicos (lunes y jueves) Inorgánicos (martes y viernes). - Los días miércoles trabajan en la planta de residuos sólidos.
Chofer Camión Placa: EAB-042	1	- Recojo de residuos por las rutas establecidas.
Chofer Camión Placa: EAB-043	1	- Recojo de residuos por las rutas establecidas.
Técnico	1	- Monitorear los trabajos en la planta de residuos sólidos y coordinar las actividades necesarias
Asistente Técnico	1	- Redactar informes y gestionar

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Almacenamiento de residuos.

Para el almacenamiento de los residuos generados por los comerciales y mercados, se utilizan por lo general recipientes adecuados para el recojo, aunque muchas veces por la acumulación masiva se están usando cilindros metálicos.

- Almacenamiento domiciliario

El almacenamiento de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Jepelacio se lleva a cabo principalmente en baldes (orgánicos e inorgánicos), estos han sido donados en su totalidad por la municipalidad distrital de Jepelacio, bolsas plásticas y costales de rafia, esto según la percepción obtenida durante la selección y la charla brindada a las viviendas participantes. Además, hay días establecidos para el recojo exclusivo de orgánicos y otros días para los inorgánicos, en un horario ya establecido por el área de residuos sólidos, la mayoría de los pobladores usa la materia orgánica para sus huertas.

- Almacenamiento público

El almacenamiento de residuos generados en los espacios públicos es en cilindros plásticos de tres colores (azul, rojo y marrón) de 20 L y contenedores de 1m³ en promedio, éstos se ubican de manera estratégica en alamedas, calles principales y al pie de zonas de difícil acceso para la unidad recolectora.

- Dificultades del almacenamiento

Las dificultades de almacenamiento en los residuos sólidos, no se ve reconocida por la variedad de los contenedores en los que se depositan. Aunque si se pudiese señalar sería la falta de contenedores para hacer la correcta segregación en la Fuente.

4.1.3. Puntos críticos.

No existen puntos críticos debido a que la población tiene conocimiento del tema y trata de segregar de la mejor forma posible, en este caso lo hace en dos recipientes distintos, uno para residuos orgánicos y el otro para inorgánicos.

4.1.4. Servicio de barrido.

La municipalidad distrital de Jepelacio no cuenta con el servicio de barrido.

4.2. Estudios básicos para el diseño del relleno sanitario

4.2.1. Estudio de caracterización de los residuos sólidos.

El estudio de caracterización es un factor básico para realizar un relleno sanitario, este nos permite determinar la composición física de los residuos sólidos que se generan dentro del distrito y la generación per cápita (GPC), la composición de estos está definida por los hábitos de consumo de la población, los negocios locales y el nivel de desarrollo económico alcanzado en el distrito de Jepelacio. La generación de residuos sólidos municipales abarca tanto los de origen domiciliario y no domiciliario, está estrechamente relacionado al número de habitantes y establecimientos que existen en el distrito.

El presente trabajo de investigación está basado en los datos obtenidos y procesados por los investigadores, cuyos datos indican que la cantidad de residuos generados por los habitantes del distrito es de 5432.03 Kg/día o 5.432 Tn/día para una población de 15745 habitantes. Posteriormente se realizaron los cálculos de proyección necesarios para determinar la cantidad de residuos generados y la población obteniéndose una generación de 8418.995 Kg/día o 8.418 Tn/día para una población de 20, 995 habitantes en el año 2034, sumado a todo esto se determinó que un 85% de la población usa la materia orgánica para sus huertas, así que para reducir de forma casi total la contaminación por residuos sólidos, se debe dar prioridad a los programas de reciclaje y segregación en la Fuente, siguiendo este lineamiento también se constató que la municipalidad reparte abono (humus) sin costo alguno y es por eso que el 15% de la población está de acuerdo en que la materia orgánica que ellos producen se lo lleve la entidad.

Se calculó que al 90% de cobertura, la cantidad de residuos que llegarían al relleno sanitario, serían un promedio de 3.518 Tn/día y 1,284 Tn/año de residuos a disponer. El

diseño del relleno sanitario manual también incluirá un área para composteras y reciclaje (2,261.22 m²). El promedio diario de residuos compostables y reciclables es de 2.658 Tn/día y 0.608 Tn/día respectivamente.

Tabla 10. *Viviendas y habitantes del distrito de Jepelacio*

Provincia, distrito y tipo de vivienda	Total		Área			
	Viviendas particulares	Personas presentes	Urbana		Rural	
			Viviendas particulares	Personas presentes	Viviendas particulares	Personas presentes
Jepelacio	4,105	15,045	1,721	6,185	2,384	8,860

Fuente: INEI (2017)

Tabla 11. *Proyección de la cantidad de habitantes y la cantidad de residuos sólidos*

N°	Año	Población (hab.)	GPC (dom.) (kg/hab-día)	Establ.	GPC (no dom.) (kg/establ-día)	Cálculo residuos sólidos		
						RSD	RSND	GPC municipal
						Kg/día	Kg/día	Tn/día
0	2019	15745	0.345	130	1.528	5432.025	198.640	5.631
1	2020	16095	0.348	130	1.543	5601.060	200.626	5.802
2	2021	16445	0.352	130	1.559	5788.640	202.633	5.991
3	2022	16795	0.355	130	1.574	5962.225	204.659	6.167
4	2023	17145	0.359	130	1.590	6155.055	206.706	6.362
5	2024	17495	0.363	130	1.606	6350.685	208.773	6.559
6	2025	17845	0.366	130	1.622	6531.270	210.860	6.742
7	2026	18195	0.37	130	1.638	6732.150	212.969	6.945
8	2027	18545	0.374	130	1.655	6935.830	215.099	7.151
9	2028	18895	0.377	130	1.671	7123.415	217.250	7.341
10	2029	19245	0.381	130	1.688	7332.345	219.422	7.552
11	2030	19595	0.385	130	1.705	7544.075	221.616	7.766
12	2031	19945	0.389	130	1.722	7758.605	223.833	7.982
13	2032	20295	0.393	130	1.739	7975.935	226.071	8.202
14	2033	20645	0.397	130	1.756	8196.065	228.332	8.424
15	2034	20995	0.401	130	1.774	8418.995	230.615	8.650

Fuente: Elaboración propia

Ver Anexo 5 - A. Proyección de población y residuos sólidos

4.2.1.1. Generación per cápita (GPC).

La generación per cápita promedio respecto a los residuos sólidos domiciliarios fue de 0.345 kg/hab*día mientras que la generación per cápita de los residuos no domiciliarios de

1.528 kg/establecimiento*día. La generación de residuos sólidos calculados para el 2019 fue de 5.631 Tn/día en el distrito de Jepelacio.

4.2.1.2. Determinación de la densidad.

La densidad se determinó dividiendo el peso diario de los residuos sólidos con la cantidad de litros de acuerdo al recipiente (balde de 50 L), luego se procedió a calcular un promedio de los siete días. Este parámetro es importante para el dimensionamiento de las unidades de almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos (MINAM, 2015).

Tabla 12. *Densidad de los residuos sólidos domiciliarios*

Densidad (Kg/m ³)	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
	142.095	145.345	166.837	143.379	149.902	143.101	135.526
Densidad promedio	146.598 Kg/m ³						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. *Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios*

Densidad (Kg/m ³)	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
	90.285	137.535	135.787	145.598	150.993	153.183	167.336
Densidad promedio	140.103 Kg/m ³						

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3. Composición de los residuos sólidos municipales domiciliarios.

Los investigadores han obtenido y procesado datos. Los datos respecto a la composición de los residuos sólidos domiciliarios se muestran en la Tabla 14. Asimismo, Este parámetro permite tener una visión rápida de la cantidad de residuos sólidos, generados en el distrito (MINAM, 2015).

Tabla 14. *Composición física detallada de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Jepelacio, datos de una semana (7 días).*

Tipo de residuo sólido	Total	Porcentaje
	Kg	%
1. Residuos aprovechables	1,154.42	93.18%
1.1. Residuos Orgánicos	936.61	75.60%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	395.61	31.93%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	17.94	1.45%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	523.06	42.22%
1.2. Residuos Inorgánicos (Reciclables)	217.81	17.58%
1.2.1. Papel	24.10	1.95%
Blanco	7.75	0.63%
Periódico	7.36	0.59%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	8.99	0.73%
1.2.2. Cartón	21.33	1.72%
Blanco (liso y cartulina)	8.00	0.65%
Marrón (Corrugado)	5.19	0.42%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	8.14	0.66%
1.2.3. Vidrio	19.42	1.57%
Transparente	11.30	0.91%
Verde	8.12	0.66%
1.2.4. Plástico	65.67	5.30%
PET (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	41.89	3.38%
PEAD (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	23.78	1.92%
1.2.6. Metales	49.98	4.03%
Latas (latas de leche, atún, entre otros)	32.55	2.63%
Otros Metales	17.43	1.41%
1.2.7. Textiles (telas)	23.11	1.86%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	14.21	1.15%
2. Residuos no reaprovechables	84.55	6.82%
Bolsas plásticas de un solo uso	5.54	0.45%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	21.70	1.75%
Tecnopor (poliestireno expandido)	11.60	0.94%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	27.12	2.19%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	2.19	0.18%
Otros residuos no categorizados	16.40	1.32%
TOTAL	1,238.97	100.00%

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.4. Composición de los residuos sólidos municipales no domiciliarios.

Respecto a los residuos no domiciliarios, los datos fueron los siguientes:

Tabla 15. Composición física detallada de los residuos sólidos no domiciliarios del distrito de Jepelacio, datos de una semana (7 días).

Tipo de residuo sólido	Total	Porcentaje
	Kg	%
1. Residuos aprovechables	889.42	94.32%
1.1. Residuos Orgánicos	798.22	84.65%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	369.61	39.19%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	55.55	5.89%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	373.06	39.56%
1.2. Residuos Inorgánicos (Reciclables)	91.20	9.67%
1.2.1. Papel	8.99	0.95%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	8.99	0.95%
1.2.2. Cartón	8.14	0.86%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	8.14	0.86%
1.2.3. Vidrio	11.30	1.20%
Transparente	11.30	1.20%
1.2.4. Plástico	16.95	1.80%
PET (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	16.95	1.80%
1.2.6. Metales	8.50	0.90%
Otros Metales	8.50	0.90%
1.2.7. Textiles (telas)	23.11	2.45%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	14.21	1.51%
2. Residuos no reaprovechables	53.59	5.68%
Bolsas plásticas de un solo uso	5.69	0.60%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	13.39	1.42%
Tecopor (poliestireno expandido)	9.27	0.98%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	12.15	1.29%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	3.19	0.34%
Otros residuos no categorizados	9.90	1.05%
TOTAL	943.01	100.00%

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.5. Determinación del número de muestras.

La determinación de la muestra se realizó de acuerdo a la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2018).

4.2.1.6. Zonificación del distrito.

En el distrito de Jepelacio, no existe una diferenciación en cuanto a los estratos socioeconómicos, por esta razón para el presente estudio no se consideró la zonificación.

4.2.1.7. Determinación y proyección de la población actual.

La población actual fue determinada teniendo en cuenta dos Censos realizados por el INEI, estos son 1993 y 2007, logrando determinar la tasa de crecimiento anual, pero a su vez, para lograr realizar la proyección se tomó el dato poblacional del Censo 2017, desde ese año se empezó con dicho calculo.

4.2.1.8. Determinación del tamaño y distribución de la muestra.

El tamaño de muestra se determinó de la siguiente manera

- i. Se obtiene la cantidad de población estimada para el año 2019, el número de Habitantes: 15,745
- ii. Se obtiene la cantidad de viviendas total a nivel distrital dividiendo la cantidad proyectada de habitantes para el año 2019 entre 4 habitantes por vivienda, N° viviendas (Hab/4): 3936.
- iii. Se aplica la fórmula para obtener la muestra representativa.

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2}$$

Conociendo que:

N	=3936
Z	=1.96
Desviación estándar	=0.25
E (Error permisible)	=0.056
Contingencia	=10%

$$n = \frac{(1.96)^2 * 3936 * (0.25)^2}{(3936 - 1) * (0.056)^2 + (1.96)^2 * (0.25)^2}$$
$$n = 75.12 \cong 75$$
$$n = 75 + 8$$
$$n = 83$$

Entonces el total de viviendas muestreadas fueron de 83 a nivel distrital, sin embargo, según la “Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales”, la toma de muestras se hace de la siguiente manera:

Al considerar que en el año 2019 se tiene 3936 viviendas, se procede así:

Tabla 16. *Tamaños de muestra para diversas cantidades de viviendas en las ciudades o localidades*

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestra de contingencia (20% de n)	Total de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	95	23	119

Fuente: Resolución Ministerial N°457-2018-MINAM

Tabla 17. *Zonificaciones recomendadas de acuerdo a rangos para cantidades de viviendas en los distritos*

Rango de viviendas (N)	Zonificación
Más de 1000 viviendas	No aplica
Más de 1000 y hasta 10000 viviendas	Hasta 02 zonas
Más de 10000 viviendas	Hasta 03 zonas

Fuente: Resolución Ministerial N°457-2018-MINAM

Tabla 18. *Número de muestras por nivel socioeconómico*

Nivel socioeconómico	Representatividad	Cálculo	Total de muestras por zonas
A	42	47.46	48
B	58	65.54	66
Total	100%	100%	114

Fuente: Resolución Ministerial N°457-2018-MINAM

Finalmente se identifica que en el distrito de Jepelacio se necesitan 114 muestras para realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos. Esto se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 19. *Distribución de la muestra de acuerdo al ámbito de recojo de residuos que tiene la municipalidad*

Lugar	Muestra
Jepelacio	8
Barrio Primavera	8
Barrio Miraflores	8
Barrio Arenal	8

Barrio Los Olivos	8
Barrio La Unión	8
Barrio Vista Alegre	8
Barrio La Florida	8
Barrio Central	8
Barrio Padre Posta	8
Barrio Villa Hermosa	8
Barranquita	6
Pacaypite	9
Nuevo San Miguel	9
Shucshuyacu	10
Total	114

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Propuesta de diseño del relleno sanitario manual.

4.2.2.1. Selección del método de relleno.

Para realizar la selección se tuvo en cuenta las condiciones topográficas del lugar, las características del suelo y la profundidad de la capa freática. Entre los métodos están: trinchera, área o su combinación.

El distrito de Jepelacio al estar ubicado en zona selva presenta una capa freática de una profundidad de 5 a 10 metros, siendo así una condición para optar por el uso del método de trinchera, teniendo en cuenta que el material de cobertura se obtendrá de la excavación de la capa superficial.

Ver Anexo 9 - Plano 02.- Distribución General.

4.2.2.2. Aspectos demográficos.

Según el Censo Nacional: XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas 2017, el distrito de Jepelacio albergaba una población de 15,045 habitantes.

Considerando los valores registrados en el Censo Nacional del INEI de 1993 y del 2007, la tasa de crecimiento alcanza 350 habitantes, por lo tanto, la población proyectada para el año 2020 es de 16,095 habitantes. Siendo este el año 0, pero para nuestro estudio trabajaremos con el dato del año 2021 que es de 16,445 habitantes, siendo este el año 1 desde el cual comenzaría a funcionar el relleno sanitario.

4.2.2.3. Proyección de la población.

El cálculo para la proyección de la población en el distrito de Jepelacio fue un total de 16 años, de tal manera que tengamos 15 años a partir del año 1, tomando como base los datos del censo de Población y vivienda realizado por el INEI en el año 2017, que es de

15,045 y como resultados proyectados para la población de Japelacio para el año 2019 se obtuvo 15,745, siendo este el año 0 para los cálculos de diseño, tomando el año 2020 como año 1, los datos calculados se presentan en la columna 3 de la Tabla 20 y se obtuvieron en base a los siguientes cálculos:

$$P_0 = 15,745$$

$$P_1 = 15,745 + (350 * 1) = 16,095$$

$$P_2 = 15,745 + (350 * 2) = 16,445$$

...=...=...

$$P_{14} = 15,745 + (350 * 14) = 20,645$$

$$P_{15} = 15,745 + (350 * 15) = 20,995$$

4.2.2.4. Proyección de la generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos.

Para realizar la proyección la GPC para los siguientes 16 años, se tuvo en cuenta que esta producción aumenta al año un 1%. Jaramillo (2002).

$$GPC_0 = 0.345 \frac{Kg}{Hab.* día}$$

$$GPC_1 = GPC_0 * 1.01 = 0.345 * 1.01 = 0.348 \frac{Kg}{Hab.* día}$$

$$GPC_2 = GPC_1 * 1.01 = 0.348 * 1.01 = 0.352 \frac{Kg}{Hab.* día}$$

Siguiendo este proceso se calculó el GPC para los siguientes años, obteniéndose para el año 15 que es el año 2034 una producción per cápita de 0.401 Kg/hab.*día, todos los datos se muestran en la columna 4 de la Tabla 20.

4.2.2.5. Proyección de la producción total.

a. Proyección de la producción diaria

Para proyectar la producción diaria de los residuos, se tuvo en cuenta la relación entre población y generación per cápita, para cada año, por ejemplo:

$$DSd_0 = 15,745 \text{ hab} * 0.345 \frac{Kg}{hab.* día} = 5,432.025 \frac{Kg}{día}$$

$$DSd_1 = 16,095 \text{ hab} * 0.348 \frac{Kg}{hab.* día} = 5,601.060 \frac{Kg}{día}$$

...=...=...

$$DSd_{15} = 20,995 \text{ hab} * 0.401 \frac{Kg}{\text{hab.* día}} = 8,418.995 \frac{Kg}{\text{día}}$$

Donde:

DS_d = Cantidad de residuos producidos por día (kg/día)

Pob = Población total (hab)

GPC = Generación per cápita (kg/hab.*día)

Los datos obtenidos se muestran en la columna 6 de la Tabla 20.

b. Proyección de la producción anual

Este se calculó a partir de la producción diaria multiplicado por 365 días (1año). Los datos obtenidos se muestran en columna 7 de la Tabla 20 y se calculan de la siguiente manera:

$$DSanual_0 = DSd_0 * 1 \text{ año} = 5.432 \frac{Tn}{\text{día}} * 365 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 1,982.689 Tn/\text{año}$$

$$DSanual_1 = DSd_1 * 1 \text{ año} = 5.601 \frac{Tn}{\text{día}} * 365 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 2,044.387 Tn/\text{año}$$

Tabla 20. *Proyección de la generación de residuos sólidos del distrito de Jepelacio*

N°	Año	Población (hab.)	GPC (dom.) (kg/hab-día)	Cantidad total de residuos sólidos				
				RSD		RSND		Acumulado
				Kg/día	Tn/año	Kg/día	Tn/año	
0	2019	15745	0.345	5432.025	1982.689	198.640	72.504	2055.193
1	2020	16095	0.348	5601.060	2044.387	200.626	73.229	4172.808
2	2021	16445	0.352	5788.640	2112.854	202.633	73.961	6359.623
3	2022	16795	0.355	5962.225	2176.212	204.659	74.701	8610.535
4	2023	17145	0.359	6155.055	2246.595	206.706	75.448	10932.578
5	2024	17495	0.363	6350.685	2318.000	208.773	76.202	13326.780
6	2025	17845	0.366	6531.270	2383.914	210.860	76.964	15787.658
7	2026	18195	0.370	6732.150	2457.235	212.969	77.734	18322.626
8	2027	18545	0.374	6935.830	2531.578	215.099	78.511	20932.715
9	2028	18895	0.377	7123.415	2600.046	217.250	79.296	23612.058
10	2029	19245	0.381	7332.345	2676.306	219.422	80.089	26368.453
11	2030	19595	0.385	7544.075	2753.587	221.616	80.890	29202.930
12	2031	19945	0.389	7758.605	2831.891	223.833	81.699	32116.520
13	2032	20295	0.393	7975.935	2911.216	226.071	82.516	35110.252
14	2033	20645	0.397	8196.065	2991.564	228.332	83.341	38185.157
15	2034	20995	0.401	8644.725	3155.325	230.615	84.174	41424.656

Fuente: Elaboración propia

De este modo se calculó la cantidad total de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios generados teóricamente en los 16 años, sin embargo, los datos encontrados

por los investigadores respecto a los residuos sólidos domiciliarios (D) y no domiciliarios (ND) se tiene que:

- Residuos sólidos reciclables 75.60% (D) y 84.65% (ND).
- Residuos compostificables 17.58% (D) y 9.67% (ND).
- Residuos no reaprovechables 6.82% (D) y 5.68% (ND).

Datos representativos para el año 2019, estos residuos van disminuyendo, es por ello que por medio de las fórmulas: $[0.9318-(0.9318*0.25\%)]$ y $[0.9432-(0.9432*0.25\%)]$, luego se le extrae el 50% quedando las fórmulas $[0.4659-(0.4659*0.25\%)]$ y $[0.4716-(0.4716*0.25\%)]$ con este se calcula la proyección para los años siguientes. Ver Anexo 5 - B. Cálculo del porcentaje de materia orgánica y reciclables tanto para residuos domiciliarios y no domiciliarios.

Tabla 21. *Proyección de la cantidad a disponer de residuos sólidos en Jepelacio*

Año	Cantidad total de residuos sólidos a disponer								Acum. Tn/día
	Residuos sólidos domiciliarios				Residuos sólidos no domiciliarios				
	Kg/día	% de residuos (M.O – Recicl.)	Residuos (M.O – Recicl.) Kg/día	Residuos a disponer (Kg/día)	Kg/día	% de residuos (M.O – Recicl.)	Residuos (M.O – Recicl.) Kg/día	Residuos a disponer (Kg/día)	
0	5432.025	0.465	2524.453	2907.572	198.640	0.470	93.444	105.196	3.013
1	5601.060	0.464	2596.502	3004.558	200.626	0.469	94.143	106.483	3.111
2	5788.640	0.462	2676.751	3111.889	202.633	0.468	94.847	107.786	3.220
3	5962.225	0.461	2750.127	3212.098	204.659	0.467	95.556	109.103	3.321
4	6155.055	0.460	2831.973	3323.082	206.706	0.466	96.270	110.436	3.434
5	6350.685	0.459	2914.679	3436.006	208.773	0.465	96.990	111.783	3.548
6	6531.270	0.458	2990.065	3541.205	210.860	0.463	97.715	113.146	3.654
7	6732.150	0.457	3074.325	3657.825	212.969	0.462	98.445	114.524	3.772
8	6935.830	0.456	3159.419	3776.411	215.099	0.461	99.181	115.918	3.892
9	7123.415	0.454	3236.756	3886.659	217.250	0.460	99.922	117.327	4.004
10	7332.345	0.453	3323.361	4008.984	219.422	0.459	100.669	118.753	4.128
11	7544.075	0.452	3410.779	4133.296	221.616	0.458	101.422	120.195	4.253
12	7758.605	0.451	3499.001	4259.604	223.833	0.457	102.180	121.653	4.381
13	7975.935	0.450	3588.021	4387.914	226.071	0.455	102.944	123.127	4.511
14	8196.065	0.449	3677.830	4518.235	228.332	0.454	103.713	124.619	4.643
15	8418.995	0.448	3768.421	4650.574	230.615	0.453	104.488	126.127	4.777

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.2.2.6. *Cálculo del volumen necesario.*

Las exigencias respecto al espacio para el relleno sanitario están en función de los siguientes datos:

- La generación diaria de residuos sólidos municipales a disponer a un 90%, siendo así que la cantidad de residuos sólidos producidos por la municipalidad de Jepelacio para

el año 2020 es de 3,004.558 Kg/día o 1,096.663 Tn/año de residuos domiciliarios, y 106.483 Kg/día o 38.866 Tn/año de residuos no domiciliarios.

- Según Jaramillo, para una celda diaria, la densidad de la basura recién compactada que varía entre 400-500 Kg/m³, como en la ley peruana no establece un valor fijo en este estudio se trabajó con el valor más alto, es decir con 500 Kg/m³.
- Jaramillo plantea que la densidad de la basura estabilizada varía entre 500-600 Kg/m³. Según la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual del MINAM, establece un valor mínimo de 600 Kg/m³.

El material de cobertura varía entre el 20 y el 25% del volumen estabilizado de los residuos sólidos.

a. Volumen de los residuos sólidos

Para realizar este cálculo fue necesario el dato de la producción diaria (residuos sólidos domiciliarios + residuos sólidos no domiciliarios), la densidad compactada (500Kg/m³) y la densidad estabilizada (600Kg/m³), se obtuvo el volumen diario y anual de los residuos sólidos que se requieren disponer, con una eficiencia del 90%, de la siguiente manera:

- a) Volumen diario compactado:

$$V_{diario} = \frac{DSd}{Dsr m} = \frac{2,711.490 \frac{Kg}{día}}{500Kg/m^3} = 5.423 m^3/día$$

- b) Volumen anual compactado:

$$V_{anual} = V_{diario} * 365 = 5.423 \frac{m^3}{día} * 365 \frac{día}{año} = 1,979.388 m^3/año$$

- c) Volumen diario estabilizado:

$$V_{diario} = \frac{DSd}{Dsr m} = \frac{2,711.490 \frac{Kg}{día}}{600Kg/m^3} = 4.519 m^3/día$$

- d) Volumen anual estabilizado:

$$V_{anual} = V_{diario} * 365 = 4.519 \frac{m^3}{día} * 365 \frac{día}{año} = 1,649.490 m^3/año$$

Donde:

DSd =Densidad diaria

D_{sr} = Densidad compactada y densidad estabilizada

Los datos obtenidos se muestran en la columna 4 (compactados) y columna 5 (estabilizados) de la Tabla 22.

b. Volumen del relleno necesario

Para realizar este cálculo se necesitó definir la cantidad de material de cobertura, en este estudio se usó el 20%, esto en relación con el volumen compactado, luego este dato se adicionará al volumen estabilizado, en la siguiente expresión se ejemplifica el cálculo:

$$VRS = V_{anual} * MC(20\% + 1) = 1,979.388 \frac{m^3}{año} * 1.20 = 2,375.266 \frac{m^3}{año}$$

Donde:

VRS = Volumen del relleno sanitario (m³/año)

M.C = Material de Cobertura (20%-30%)

Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 22 columna 7, para finalmente poder calcular el volumen total que ocuparía teóricamente durante la vida útil, por medio de la siguiente expresión:

$$VRS_{vu} = \sum_{i=1}^n VRS \Sigma$$

Dónde:

VRS_{vu} = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m³)

n = Número de años.

Los datos obtenidos se muestran en la última columna de la Tabla 29, que corresponden a los valores acumulados anualmente.

4.2.2.7. Cálculo del área requerida

a. Área requerida

Para realizar el cálculo se necesitó el volumen acumulado final para así poder estimar las necesidades de área:

$$ARS = \frac{VRS}{HRS} = \frac{46,239.122 m^3}{3 m} = 15,413.041 m^2$$

Dónde:

ARS	=Área a rellenar sucesivamente (m ²)
VRS	=Volumen del relleno sanitario (m ³)
HRS	=Altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

b. Área total requerida

Este dato se obtuvo a través de la siguiente ecuación:

$$AT = F * ARS = 1.4 * 15,413.041 \text{ m}^2 = 21,578.257 \text{ m}^2 \cong 2.158 \text{ has}$$

Dónde:

AT	=Área total requerida (m ²)
F	=Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de aislamiento, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este se considera entre un 20-40% del área a rellenar.

El valor obtenido del cálculo del área requerida fue de 15,413.041 m² y el área total requerida de 21,578.257 m² o equivalente a 2.158 has. Adicionando el cálculo del área de las composteras y la recicladora, las cuales fueron de 2,179.80 m² y 81.43 m², finalmente el área total requerida para la construcción del relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio sería de 2.384 has.

Ver Anexo 5 – G. Cálculos varios.

4.2.2.8. Cálculo de la vida útil.

La municipalidad distrital de Jepelacio cuenta con algunas maquinarias, para realizar la excavación de las zanjas que tendrán una vida útil alrededor de 3 meses (90 días aproximadamente). La excavación de las zanjas entonces se deberá planificar para todos los años de vida útil del relleno sanitario, dependiendo de la disponibilidad del equipo.

La excavación de una nueva zanja, se debe disponer antes de que se complete el periodo de vida útil de la zanja que se está usando, por ejemplo, para excavar una celda es necesario 8 días, es decir faltando este período de días se debe de iniciar la excavación de la nueva celda, sin embargo según Jaramillo, indica que la excavación debe de ser antes de 30 días que finalice la vida útil de la celda, para así poder continuar con una disposición sanitaria final de los residuos sólidos y proteger el ambiente. De lo contrario, el servicio sería interrumpido y se podría convertir el lugar en un botadero a cielo abierto.

a. Volumen de zanja

Para tener un resultado significativo se realizó un cálculo promedio de los residuos sólidos recolectado a lo largo de los 15 años de funcionamiento del relleno sanitario.

$$V_z = \frac{t * DSr * MC}{Drsm} = \frac{90 \text{ días} * 3,518.959 \frac{Kg}{\text{día}} * 1.2}{500 \frac{Kg}{m^3}} = 760.095 m^3$$

Dónde:

- Vz =Volumen de la zanja (m³).
- T =Tiempo de vida útil (90 días).
- DSr =Cantidad de residuos sólidos recolectados (3,518.959 Kg/día).
- 0.90 =Se estima que se recolectará el 90% de la producción.
- MC =Factor de material de cobertura de 1.20 a 1.25 (20 a 25%).
- Drsm =Densidad de los residuos sólidos en el relleno (500 Kg/m³).

En el anexo 5 (D. Tabla del cálculo de todos los aspectos del relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio), en el cual tenemos un volumen acumulado total para el Relleno Sanitario de 46,239.122 m³, el volumen de cada trinchera, sería de 760.095 m³, este valor se usó para realizar los cálculos y dimensiones de las trincheras.

En conclusión, para depositar los residuos sólidos producidos en un día, se demandará excavar:

$$DSrd = \frac{V_z}{tz} = \frac{760.095 m^3}{90} = 8.446 m^3$$

Dónde:

- DSrd =Cantidad de residuos sólidos recolectados y depositados en un día (m³/día)
- Vz =Volumen de la zanja (m³)
- tz =Tiempo de servicio de la zanja (días)

b. Dimensiones de la zanja o trinchera

Las trincheras cuentan con un ancho de 6 metros, altura de 3 metros y largo de 42 metros el cual es calculado de:

$$\frac{V_z}{A * H} = \frac{760.095 m^3}{6 * 3} = 42.228 m$$

Ver Plano 06 - Trinchera – Cortes y Detalles

Tabla 22. Volumen requerido para el relleno sanitario con vida útil de 15 años

Año	Población (hab.)	Volumen (m ³)					
		Residuos compactados	Residuos estabilizados	Material de cobertura	Relleno Sanitario		
		Anual (m ³)	Anual (m ³)	Anual (m ³)	RS+MC (m ³)	Acumulado (m ³)	
0	2019	15,745	1979.388	1649.490	395.878	2375.266	
1	2020	16,095	2043.954	1703.295	408.791	2452.745	
2	2021	16,445	2115.327	1762.772	423.065	2538.392	
3	2022	16,795	2182.030	1818.358	436.406	2618.435	
4	2023	17,145	2255.821	1879.851	451.164	2706.985	
5	2024	17,495	2330.898	1942.415	466.180	2797.077	
6	2025	17,845	2400.908	2000.757	480.182	2881.090	
7	2026	18,195	2478.434	2065.361	495.687	2974.120	
8	2027	18,545	2557.260	2131.050	511.452	3068.712	46,239.122
9	2028	18,895	2630.619	2192.182	526.124	3156.743	
10	2029	19,245	2711.923	2259.936	542.385	3254.308	
11	2030	19,595	2794.544	2328.786	558.909	3353.452	
12	2031	19,945	2878.485	2398.738	575.697	3454.183	
13	2032	20,295	2963.754	2469.795	592.751	3556.505	
14	2033	20,645	3050.355	2541.962	610.071	3660.426	
15	2034	20,995	3138.292	2615.243	627.658	3765.951	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Volumen y Área requerida para el relleno sanitario con vida útil de 15 años

Año	Anual (m ³)			Área requerida (m ²)			
	Residuos compact.	Residuos estabil.	Material de cob.	Relleno sanitario		Relleno AR	Relleno AT
	Anual (m ³)	Anual (m ³)	Anual (m ³)	RS+MC (m ³)	Acum. total (m ³)		
0	1979.388	1649.49	395.878	2375.266			
1	2043.954	1703.295	408.791	2452.745			
2	2115.327	1762.772	423.065	2538.392			
3	2182.03	1818.358	436.406	2618.435			
4	2255.821	1879.851	451.164	2706.985			
5	2330.898	1942.415	466.18	2797.077			
6	2400.908	2000.757	480.182	2881.09			
7	2478.434	2065.361	495.687	2974.12			
8	2557.26	2131.05	511.452	3068.712	46,239.12	15,413.04	21,578.26
9	2630.619	2192.182	526.124	3156.743			
10	2711.923	2259.936	542.385	3254.308			
11	2794.544	2328.786	558.909	3353.452			
12	2878.485	2398.738	575.697	3454.183			

13	2963.754	2469.795	592.751	3556.505
14	3050.355	2541.962	610.071	3660.426
15	3138.292	2615.243	627.658	3765.951

Fuente: Elaboración propia

c. Tiempo de maquinaria

Calculado a partir del tiempo requerido para la excavación de una zanja y el movimiento de la tierra, el cual dependerá del tipo de suelo, tipo y potencia de la maquinaria (ya sea de ruedas o de oruga) y de la destreza del conductor, tomando un rendimiento de 12 m³/hora disponemos:

$$t_{exc} = \frac{V_z}{R * J} = \frac{760.095 \text{ m}^3}{12 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 7.918 \text{ días} \cong 8 \text{ días}$$

Dónde:

- t_{exc} =Tiempo de la maquinaria para la excavación de la zanja (días)
- V_z =Volumen de la zanja (760.095 m³)
- R =Rendimiento de excavación del equipo pesado (12 m³/hora)
- J =Jornada de trabajo diario (8 horas/día)

Respecto a los cálculos, el tiempo para la habilitación de una zanja o trinchera será de 8 días en promedio para su excavación. Se debe tener en cuenta que el tiempo de vida útil de cada trinchera es de 90 días. La excavación de la siguiente trinchera no debe superar el plazo de 30 días concluida la anterior.

d. Vida útil del terreno

Para poder calcular la vida útil del relleno sanitario, se debe de calcular el número de trincheras que se podrían excavar en el terreno, de tal forma se sabrá si el relleno tendrá una vida útil de 15 años.

$$n = \frac{\text{Area total requerid}}{\text{Area de almacenamiento de la trinchera} * F(1.4)} = \frac{21,578.257 \text{ m}^2}{253 \text{ m}^2 * 1.4} = 60.921$$

$\cong 61 \text{ trincheras}$

En el diseño del relleno sanitario se recomienda que la separación de cada trinchera sea de 1 metro para ahorrar espacio.

Entonces la vida útil estará dada por:

$$V_u = \frac{t_z * n}{365} = \frac{90 \text{ días} * 61}{365} = 15.041 \cong 15 \text{ años}$$

Dónde:

- Vu = Vida útil del terreno (años)
 tz = Tiempo de servicio de la trinchera (días)
 n = Número de trincheras

Según los resultados de los cálculos hechos indican que el relleno sanitario tendrá una vida útil de 15 años, sin embargo, esto puede variar en la práctica, es decir pueden aumentar o disminuir según la proporción de la población.

e. Cálculo de mano de obra

Para los 3,518.959 Kg/día, en cada uno de los 6 días en que operará el relleno sanitario, con una jornada de 8 horas y considerando 5 horas efectivas de trabajo por día.

$$\text{Celda diaria} = \text{volumen de residuos sólidos} + \text{material de cobertura (20\%)}$$

Donde:

- Volumen del DS = 8.446 m³/día
 Volumen de la tierra = 8.446 m³/días x 0.2 = 1.689 m³/día
 Volumen de la zanja diaria = (7.128 + 1.689) m³/día = 10.135 m³/día

Tabla 24. Cálculo de la mano de obra

Operación	Rendimiento	hombre/día
Movimiento de desechos	$\frac{3.518 \text{ tn/día}}{0.95 \frac{\text{tn}}{\text{h}} - \text{hombre}} * \frac{1}{5 \text{ h}}$	0.740
Compactación de desechos	$\frac{10.135 \text{ m}^2}{20 \frac{\text{m}^2}{\text{h}} - \text{hombre}} * \frac{1}{5 \text{ h}}$	0.101
Movimiento de tierra	$\frac{1.689 \text{ m}^3}{0.40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} - \text{hombre}} * \frac{1}{5 \text{ h}}$	0.845
Compactación de la celda	$\frac{10.135 (\text{m}^2)}{(20) \frac{\text{m}^2}{\text{h}} - \text{hombre}} * \frac{1}{5 \text{ h}}$	0.101
	Total de hombres	1.787
Relleno Sanitario	$\frac{3.518 \text{ tn/día}}{2 \text{ hombres}}$	1.579 tn/hombre-día

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 24, se requiere 2 hombres para el movimiento, compactación, de desechos y de tierra; esto referido sólo para empezar la operación de la primera zanja, pues debido que a medida que vaya avanzando la construcción de las demás zanjas se requerirá de más personal.

4.2.2.9. Diseño de las obras de drenaje.

Para mitigar la contaminación de las aguas subterráneas, las aguas superficiales y la atmósfera es esencial la construcción de obras de drenaje, estas deben de tener las dimensiones adecuadas para soportar condiciones de precipitación pluvial local, así como adaptarse a las características del suelo, vegetación y topografía del lugar. Siendo el de mayor importancia el estudio de la precipitación pluvial del lugar, para así poder establecer las características de los drenajes perimetrales y las obras necesarias, así se minimizará la producción del líquido lixiviado o percolado y se evitará la contaminación de las aguas (superficiales y subterráneas) por escurrimiento e infiltración.

El promedio anual registrado por la estación meteorológica Jepelacio es de 1300mm al año, por lo que contaría con escorrentía superficial y por ende infiltración, indicando que las lluvias son muy importantes a lo largo de todo el año, lo cual generaría lixiviados. Ver Anexo 5 - G. Cálculos varios

a. Drenaje para lixiviados

La basura en el relleno sanitario pasará por un proceso de descomposición la cual provocara la generación de líquidos, estos son los denominados lixiviados o percolados, cuya característica principal es el color oscuro y el mal olor, estos demandan una elevada bioquímica de oxígeno, siendo muy contaminantes para las aguas subterráneas y superficiales; se debe poner en claro que la lluvia que cae directamente al relleno sanitario aumenta significativamente la cantidad de lixiviados. Es determinante la construcción de un propio sistema de alcantarillado en la zona del terreno donde estará ubicado el relleno sanitario, para ello se construirán canaletas en el interior a lo largo de las trincheras para la captación y conducción de los lixiviados hacia la poza de captación.

Las canaletas para el drenaje de los líquidos lixiviados se construirán utilizando tubo de drenaje perforado HDPE de diámetro de 4" y tubería de captación de lixiviados HDPE de diámetro de 4", sobre el tubo de drenaje perforado se colocará un colchón semipermeable con la finalidad que los agujeros no se obstruyan. Estas tuberías de HDPE estarán conectadas a una tubería de 6" para transportar los lixiviados al sistema de tratamiento denominado proceso biológico Biomembrat.

Ver Anexo 09 - Plano 05 y 06: Trinchera – Cortes y Detalles.

Ver Diagrama 01: Proceso Biomembrat

b. Proceso biológico Biomembrat para el tratamiento de los lixiviados

Según Corena (2008), la característica principal de este proceso es la activación biológica bajo presión con retención total de la biomasa en el sistema; combina tres características esenciales que dan cuenta de su alta eficiencia en el tratamiento de lixiviados y aguas altamente contaminadas:

- Uso de la presión para la activación biológica.
- Se retiene la biomasa en su totalidad mediante ultrafiltración.
- Utiliza reactores anóxicos y aerobios (desnitrificación/nitrificación).

Ver Anexo 9 - Diagrama 01: Proceso Biomembrat

c. Drenaje para Gases

El relleno sanitario en otras palabras es un digestor anaeróbico, en el cual se produce la descomposición natural o pudrición de los residuos sólidos, produciendo así de manera residual los líquidos lixiviados, los gases y otros compuestos. En la etapa anaeróbica, por acción de los microorganismos, se producen cantidades consideradas de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), así como gases de olor repugnante como ácido sulfhídrico (H_2S), amoníaco (NH_3) y mercaptanos.

Es preciso tener un apropiado control de la generación y el desplazamiento de estos gases. El gas metano al ser combustible, se puede controlar simplemente encendiendo fuego, es decir aprovecharlo como energía en el empleo de una pequeña cocina para calentar alimentos o como lámpara para iluminar el terreno. El aprovechamiento del gas metano con propósitos comerciales solo se recomienda para rellenos que reciban más de 200 tn/día y siempre que las condiciones locales así lo ameriten.

Para lograr realizar el control de gases, se puede construir un sistema de drenaje vertical en piedra, colocado en puntos claves del relleno sanitario, para que éstos sean eliminados a la atmósfera. Ver Plano 05 Chimenea Corte y detalle.

4.2.2.10. Diseño de obras complementarias.

Para un adecuado funcionamiento a lo largo de toda su vida útil del relleno sanitario se proponen obras complementarias, buscando además que sean de bajo costo y tratando de hacerlas compatibles con la vida útil prevista. En esta obra de saneamiento básico se puede mencionar el cerco perimetral y el portón de acceso, la caseta de control, los

servicios sanitarios, la caseta recicladora, las composteras, las vías de acceso y cartel de identificación del proyecto.

a. Cerco perimetral y portón de acceso

La construcción del cerco perimetral y el portón de acceso tienen como objetivo dar seguridad y disciplina a la obra, si como también, impedir el libre acceso al interior del relleno.

El cerco perimétrico consistirá en habilitar postes cada 15 metros unidos por alambazón de púas, los postes serán de acero con un tamaño de 2 metros, el alambazón de púas estará dispuesto en 10 ringleras (cada 20 cm); posteriormente se realizará la conformación de un cerco vivo como mejora visual, proporcionar oxígeno y purificar el aire del lugar, además, da buena apariencia estética al contorno del terreno y puede servir como barrera para retener papeles y plásticos levantados por el viento. Se recomienda plantar árboles de rápido crecimiento como kiri, eucalipto, laurel, etc.

b. Caseta de Control

La construcción de la caseta de control es importante para el control de ingreso de los camiones con los residuos sólidos municipales y del personal.

c. Servicios sanitarios

Dentro del área del relleno sanitario se debe de construir instalaciones adecuadas que aseguren la comodidad y bienestar de los trabajadores, esto refierese a los servicios higiénicos. Para mantener segura la salud de los trabajadores, no producir malos olores ni atraer moscas, además no contaminar los pozos, ni las aguas subterráneas ni el suelo.

d. Recicladora

Esta área servirá como almacén de los residuos que se puedan reciclar como son las botellas plásticas, papel, entre otros; podrá contener los residuos reciclables hasta de 30 días como máximo. La empresa encargada del comercio debe retirar estos residuos diariamente o por mucho semanalmente. Ver Anexo 5 – H. Diseño de recicladora.

e. Composteras

La habilitación de esta área es vital para poder controlar el exceso de residuos sólidos compostables que irían a parar directamente al relleno, determinando así la vida útil del relleno sanitario. La duración de la compostificación será de 90 días, al cabo de este tiempo la población puede solicitar el abono o en otro caso la municipalidad puede vender dicho producto (humus) a precios bajos y al alcance de todos. Ver Anexo 5 – I. Diseño de Compostera.

f. Cartel de identificación del proyecto

La colocación de este cartel debe estar ubicada en la entrada principal del proyecto, a fin de que sea identificada por los habitantes del distrito.

4.2.2.11. Inicio, operación y mantenimiento del relleno sanitario.

a. Etapas del proyecto

Gran parte de los problemas que puedan surgir se advierten a través de una buena planeación desde las etapas iniciales, pues de esta manera es más sencillo y económico que si se efectuasen correcciones en el transcurso o al final de las operaciones.

Las etapas que tendrá el proyecto son la preparación, construcción, funcionamiento y cierre del relleno sanitario, así como el desarrollo de actividades emergentes de mejoramiento (reforestación), en la Figura 12 se muestran las etapas.

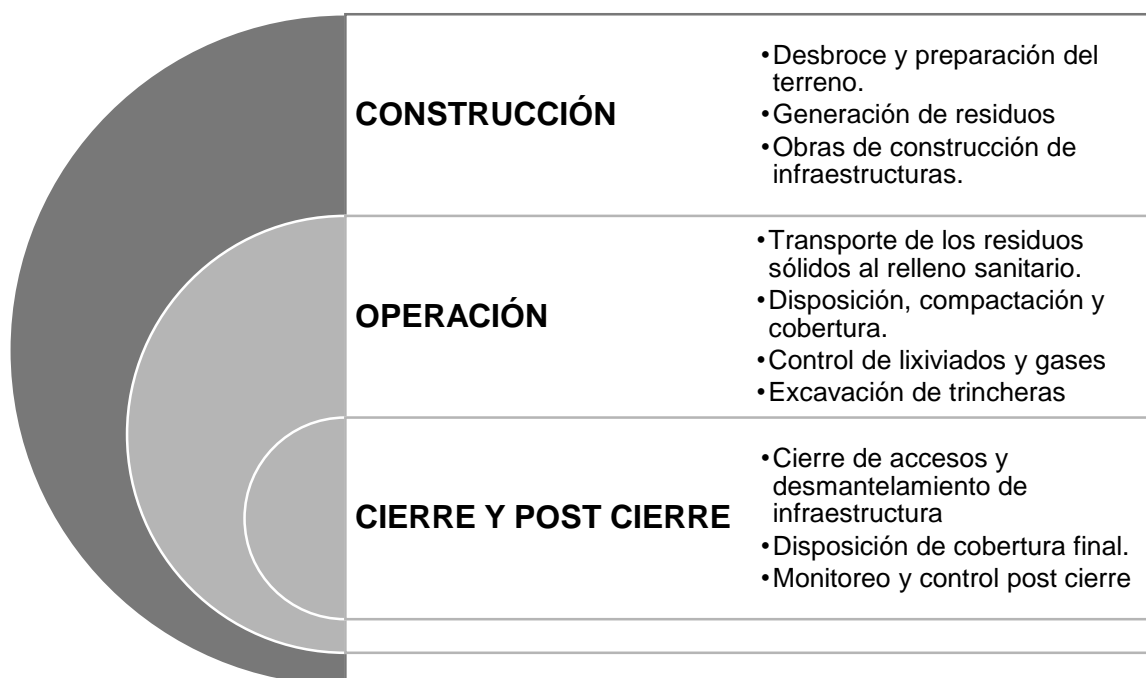


Figura 12. Etapas del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

b. Preparación del sitio

El primer punto a considerar es el lugar óptimo para la construcción del relleno sanitario, así como, considerar las actividades y operaciones orientadas a mejorar el terreno, que son: la limpieza de terreno, el trazo, la hechura del drenaje, la hechura de accesos vehiculares y la mejora continua del sitio.

c. Construcción

En esta etapa se deben realizar actividades como la preparación de las zanjas, impermeabilización de la base de las zanjas, sistema de drenaje de lixiviados, chimenea de gases, almacenes, oficinas y sistema de tratamiento primario de lixiviados.

d. Funcionamiento

Basado en actividades de cobertura diaria de residuos sólidos municipales y el control del sistema de lixiviados y gases.

e. Cierre Técnico

El relleno sanitario debe contemplarse como clausurado, teniendo una adecuada inspección de la recirculación final de los lixiviados y gases. Paralelamente es necesario considerar un plan de inspección a largo plazo para evitar daños al ambiente o riesgos a la salud.

f. Reforestación

Con una planificación futura se debe tratar de integrarlo perfectamente al ambiente natural, una vez terminada su vida útil, el relleno sanitario manual puede ser transformado en un parque, área deportiva, jardín, vivero o en un pequeño bosque en todas las zonas de zanjas y circulación en general, así como en perímetro del terreno, según el ordenamiento territorial del distrito.

g. Operación y mantenimiento

Se debe de seguir un plan general de operaciones preestablecidas o bajo la guía de un manual de operación, el cual debe ser flexible para que el responsable pueda actuar según su criterio cuando haya que resolver situaciones inesperadas, como cambios de clima o emergencias. Así como las medidas de seguridad que ameriten al caso.

El mantenimiento del relleno debe de comprender desde las herramientas usadas, así como las máquinas, para asegurarse que no haya altercados en el transcurso de la operación, estos pueden ser roturas o desgaste de las herramientas.

h. Construcción de la celda

La unidad básica del relleno sanitario es la celda diaria, usada para la deposición diaria de residuos descargados por los vehículos recolectores en un día, además estas celdas se pueden adaptar según la necesidad. El frente de trabajo tendrá un ancho suficiente que permita poder maniobrar el ancho del camión.

Pasos para la conformación de las primeras celdas diarias, según Jaramillo:

- i. Definir o delimitar el área que ocupará la primera celda con basura del día, basado en las dimensiones estimadas de volumen de ingreso deseado y el grado de compactación. La basura deberá descargarse en el frente de trabajo, teniendo la finalidad de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y evitar el acarreo a grandes distancias.
- ii. Esparcir la basura en capas delgadas de 0,2 a 0,30 metros y compactarla manualmente hasta obtener una altura de celda que mida entre 1 y 1,5 metros, procurando una pendiente suave en los taludes exteriores (por cada metro vertical se avanza horizontalmente 2 ó 3 metros).
- iii. Cubrir por completo la basura compactada con una capa de tierra de 0,1 a 0,15 metros de espesor cuando la celda haya alcanzado la altura máxima.
- iv. Compactar la celda hasta obtener una superficie uniforme al final de la jornada

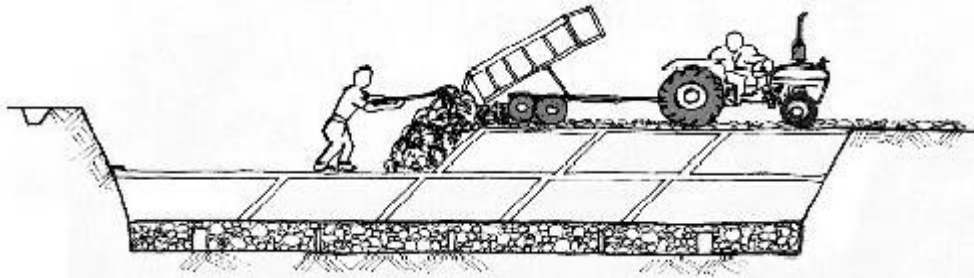


Figura 13. Ingreso del vehículo por encima de la celda y descarga de la basura.

Fuente: Jaramillo (2002)

i. Material de cobertura

Es el que marca la diferencia entre un relleno sanitario y un botadero a cielo abierto. Su principal finalidad es aislar los residuos sólidos del medio ambiente, teniendo además otros objetivos que son:

- Prevenir la proliferación de vectores.
- Evitar el esparcimiento de los residuos por la acción del viento.
- Disminuir la infiltración de aguas lluvias y con esto la cantidad de líquidos lixiviados.
- Controlar los malos olores.
- Evitar la generación de incendios y presencia de humos.
- Estabilizar el relleno para que sea más transitable.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

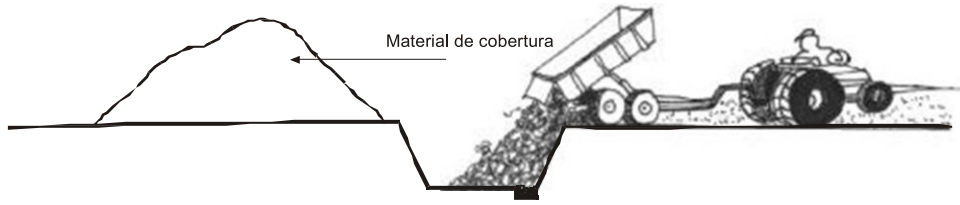


Figura 14. Material de cobertura listo para ser usado.

Fuente: Jaramillo (2002)

j. Vías de acceso y control de descarga de los vehículos recolectores

La óptima operación del relleno sanitario requerirá tener en cuenta el mantenimiento de las vías internas. En épocas secas deben ser regadas con suficiente agua para evitar la acumulación o distribución de polvo a ras de suelo y en el aire. Esto debe ser contemplado en el plan de operación y realizado por el responsable a lo largo de la vida útil del relleno sanitario, el encargado también debe controlar el ingreso de los residuos sólidos, el flujo de vehículos, así como la descarga en la frente de trabajo. Si ingresasen camiones particulares u otros, el encargado tiene la obligación de revisar los descargos y percatarse que los residuos estén dentro de los que se permiten depositar, esto con el fin de evitar el ingreso de residuos orgánicos peligrosos ya que estos requieren instalaciones especiales y no están consideradas en el diseño.

Para el control de las descargas de los vehículos recolectores, la basura que ingresa, es recomendable usar un registro diario en la portería, el procedimiento siguiente es sugerido para esto:

- En la portería se tendrán que reportar los vehículos recolectores para poder determinar la naturaleza de los residuos sólidos.
- El encargado del relleno, inspeccionará y revisará los descargos de los vehículos en especial de los particulares para poder determinar la naturaleza de los residuos sólidos.
- Luego de la inspección, se les indicará la ubicación del frente de descarga de los residuos sólidos.
- El vehículo recolector debe abandonar el relleno sanitario inmediatamente después de haber realizado la descarga de la basura para evitar obstruir a otros vehículos.

k. Herramientas

Estos consisten en aparejos de albañilería, como palanas, carretillas, barretas, picos, pisonos de mano, rastrillos, azadones más una placa compactadora manual. Se debe tener

en cuenta que la cantidad de las herramientas está vinculado al número de trabajadores encargados de cubrir o tapar los residuos sólidos que llegarán diariamente el relleno.

I. Seguridad de trabajo

De acuerdo a la naturaleza del trabajo los trabajadores están constantemente expuestos a accidentes en la vía pública (recolección y transporte) y a enfermedades infectocontagiosas (recolección y disposición final).

Estos accidentes en su mayoría son por negligencia del trabajador y se encuentran los siguientes actos:

- Falta de atención al tráfico vehicular.
- Ingerir bebidas alcohólicas antes o durante la jornada de trabajo.
- No usar correctamente los equipos de protección personal.
- Levantar en forma indebida recipientes u objetos pesados.

A continuación, se presentan algunas condiciones inseguras en el frente de trabajo:

- Recoger la basura sin emplear guantes adecuados y recogedores, lo que puede producir cortes en las manos al encontrar vidrios rotos o metales afilados.
- Manipulación de recipientes muy grandes, inadecuados para el almacenamiento de las basuras porque producen desgaste excesivo del trabajador, cortaduras, luxaciones y desgarramientos musculares al ser levantados para su traslado y vaciado al vehículo.
- Trabajar en jornadas excesivamente largas, resultando en la fatiga del trabajador.

Para minimizar los problemas anteriores, en la siguiente lista se enuncian algunas recomendaciones:

- i. Evaluar las condiciones más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.
- ii. Elaborar normas de seguridad de trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso del equipo
- iii. Realizar capacitaciones a los trabajadores sobre medidas de seguridad y de equipos de protección personal tales como mascarilla, guantes, zapatos, gorro protector, entre otros.
- iv. Entregar a los trabajadores guantes, botas y por lo menos dos uniformes al año, adecuados al tipo de trabajo que realizan.

- v. Construir un local para vestuario y duchas donde asearse y cambiarse de ropas después de la jornada de trabajo, a fin no llevar a sus hogares cualquier clase de contaminación o para limpiarse de algún hecho fortuito que le pudo ocasionar que se ensuciasen.
- vi. Establecer un programa trimestral de exámenes médicos para que puedan ser identificados los riesgos potenciales de contaminación, relacionados con su actividad.

m. Plan de cierre del relleno sanitario

Los criterios y medidas de cierre del relleno sanitario estarán orientadas a la generación de nuevas alternativas del uso que se dará de dicha área cuando se proceda a abandonarlo, todo esto de acuerdo a los estándares y tecnología de la época cuando se implemente el cierre respectivo.

Se requiere un seguimiento y monitoreo periódico para asegurar que no haya problemas de infiltración a la napa freática (lixiviados) o la formación de bolsas de gases en el suelo. A continuación, se presenta los criterios para cada actividad propuesta:

n. Cierre del área del relleno sanitario manual

El desmantelamiento del relleno sanitario comprende las siguientes actividades como criterios a considerar.

- **Cobertura final**

El uso de está evitará la existencia de olores procedentes de la putrefacción anaeróbica, el contacto del agua de lluvia con los residuos y su posible filtración a la napa freática, la proliferación de vectores y roedores, mejorar el paisaje y evitar la dispersión por efecto del viento de los residuos livianos.

La cobertura superior estará dada en dos etapas; la primera de un grosor de 0,30 m compactada hasta obtener una densidad adecuada para evitar la infiltración del agua de lluvia. El grosor de la segunda capa o final dependerá del tipo de cobertura vegetal elegida (reforestar), para el proyecto se asume un grosor de 0.30 m y la disponibilidad de material de cobertura diaria está asegurada, pues se utilizará el material extraído de la excavado.

- **Instalación de quemadores**

Las chimeneas antes de proceder a cerrarlas, se debe dar un tratamiento, el cual consistirá en proceder a la combustión, previa instalación de un quemador. Así se evitará futuros altercados.

- **Reforestación**

Una vez concluida la trinchera, será acondicionada como áreas verdes, la cual servirá como pulmón ecológico. Estas áreas verdes estarán constituidas por árboles y vegetación natural del lugar cuya característica principal será el tallo corto. Además, se pueden habilitar caminos para incentivar las caminatas.

- o. **Post cierre**

- **Mantenimiento de la cobertura final**

Finalizada la vida útil del relleno se procederá a realizar labores de inspección y mantenimiento de la cobertura final del área del proyecto, garantizando la integridad e intangibilidad de dicha área.

- **Control de la contaminación ambiental**

Para lograrlo se debe tener un programa permanente de monitoreo de los gases y lixiviados. Los monitoreos deben ser por 10 años para precisar con exactitud la eficiencia de las medidas tomadas, verificar el buen estado de conservación de la cobertura final de los residuos, verificar el adecuado funcionamiento de las chimeneas, hasta que se compruebe que la emanación de gases se haya minimizado, realizar seguimiento periódico de las zonas de trincheras en toda el área del relleno sanitario para verificar posible infiltración de lixiviados.

- **Trabajos de saneamiento**

Fumigar en el área del proyecto para evitar la proliferación de vectores causantes de enfermedades.

4.2.3. Estudio de selección del sitio.

4.2.3.1. Generalidades.

Introducción

Este estudio tiene por objetivo identificar y recomendar el área apropiada para una infraestructura de disposición final (Relleno Sanitario) y aprovechamiento de residuos sólidos (compostaje y reciclaje), acorde con las normas técnicas y legales.

El distrito de Jepelacio, perteneciente a la provincia de Moyobamba, no es ajeno a este problema, presenta una serie de dificultades de orden técnico operativo e incluso social y administrativa, que convergen actualmente en una disposición final inadecuada de los residuos sólidos, con total desinterés del tema de fondo, previendo graves consecuencias de potencial contaminación ambiental y afectación de la salud de la población urbana. La

población de Jepelacio se dedica principalmente a labores de agricultura y ganadería, generando adicionalmente residuos los cuales no están siendo eliminados de manera eficiente, ni mucho menos aprovechados de manera responsable.

Ubicación y Accesibilidad

El estudio de selección de sitio se realizó en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, departamento San Martín, Jepelacio está ubicado a 1,113 m.s.n.m. y sus coordenadas UTM WGS84 (Municipalidad Distrital) 288060 E y 9324433 N es y posee un área aproximada de 38619.391 Ha. Ver Anexo 7 – B. Ubicación del distrito de Jepelacio

Objetivo

Determinar la zona técnica y ambientalmente más adecuada, donde será ubicado la infraestructura de disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos en el Distrito de Jepelacio, San Martín. Ver Anexo 6 – A y B.

4.2.3.2. Descripción de los sitios seleccionados

La ubicación de las áreas pre evaluadas óptimas para la ubicación del relleno sanitario. Los parámetros evaluados para la obtención de dicho mapa se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 25. *Parámetros usados para la elaboración del mapa de selección*

Parámetros	Valor
Curvas de Nivel (pendiente, topografía)	Menor o igual a 15% (Pendiente moderada)
Distancia a Fuentes hídricas (ríos, lagunas)	Mayor o igual a 1000 metros
Áreas Naturales Protegidas (ACR, ACP)	Si se encuentra dentro de alguna, se descarta el área
Fallas Geológicas	Mayor o igual a 500 metros
Centros Poblados	Mayor o igual a 1000 metros
Red Vial (RVV, RVD, RVN)	Mientras más cerca de estás, mayor valoración

Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis técnico y la opinión del encargado del área de Residuos Sólidos de la municipalidad de Jepelacio, las alternativas seleccionadas son las que se muestran en el siguiente mapa, cabe señalar que el nombre que se les dio a las alternativas se debió al nombre del lugar donde se encuentra ubicado cada área (centros poblados).

Tabla 26. *Alternativas pre seleccionadas*

Número	Alternativa	Nombre/Zona
1	Alternativa 01	Tabanero
2	Alternativa 01	Arriba Perú
3	Alternativa 01	Don Abel

Fuente: Elaboración propia

Ver Anexo 6 – C. Selección de Alternativas, F. Evaluación de las alternativas seleccionadas.

Descripción de la alternativa seleccionada

Alternativa 03 – Don Abel

Límites:

- Por el Norte: Pista “Baños Termales”
- Por el Sur: Carretera Guineal
- Por el Este: Huaracan
- Por el Oeste: Barranquita

Coordenadas UTM

Tabla 27. *Coordenadas UTM WGS84 de la alternativa 03*

Descripción áreas alternativas	Puntos	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
ÁREA 03 - Don Abel			
	1	285143	9324835
	2	285186	9324811
	3	285233	9324784
	4	285206	9324733
	5	285179	9324683
Propiedad Privada	6	285147	9324623
Área disponible: 591.347 ha	7	285115	9324562
Área requerida: 2.4 ha	8	285073	9324593
	9	285039	9324617
	10	285061	9324663
	11	285089	9324722
	12	285118	9324782

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. *Distancias de las alternativas seleccionadas a la Municipalidad de Jepelacio.*

Alternativa	Distancia en (Km), por carretera, desde el local municipal	Tiempo en (minutos), desde el local municipal – vehículo cargado de basura
Alternativa 01 - Tabanero, al ser una carretera que carece de asfalto, en las épocas de lluvia complica un poco la llegada de los vehículos cargados de basura. Es el lugar más céntrico.	3.750 Km	20 min
Alternativa 02 - Arriba Perú, es la que tiene mayor problemas con respecto a la transitabilidad, pues solo es una trocha carrozable, y requiere mejoramiento	3.503 Km	35 min
Alternativa 03 - Don Abel, tiene la mejor accesibilidad pues está cerca de la principal carretera que ingresa a Jepelacio y por ende esta asfaltada.	3.216 Km	10 min

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3. Resultados de la evaluación de las áreas

Estos resultados se obtuvieron a partir de la matriz que el MINAM ha puesto a disposición:

Tabla 29. *Orden de mérito según los puntajes alcanzados*

Orden de mérito	Alternativa	Puntaje	Calificación
1°	Alternativa 03 - Don Abel	263	Muy bueno o Terreno aceptable de Primera Opción.
2°	Alternativa 02 - Arriba Perú	232	Bueno o Terreno aceptable.
3°	Alternativa 01 - Tabanero	220	Bueno o Terreno aceptable.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se concluye que la alternativa 03 es la ganadora con 263 puntos (Área Don Abel) equivalente a: **Muy bueno o terreno aceptable de primera opción.**

Considerando el análisis efectuado a la ubicación de la alternativa ganadora, se puede concluir que la alternativa 03 es un terreno apto para la construcción del relleno sanitario manual.

- La decisión final de selección del área tendrá que ser avalada por las instituciones competentes.

4.2.3.4. Topografía

Alternativa 01: Tabanero, cuya inclinación promedio 2.5%.

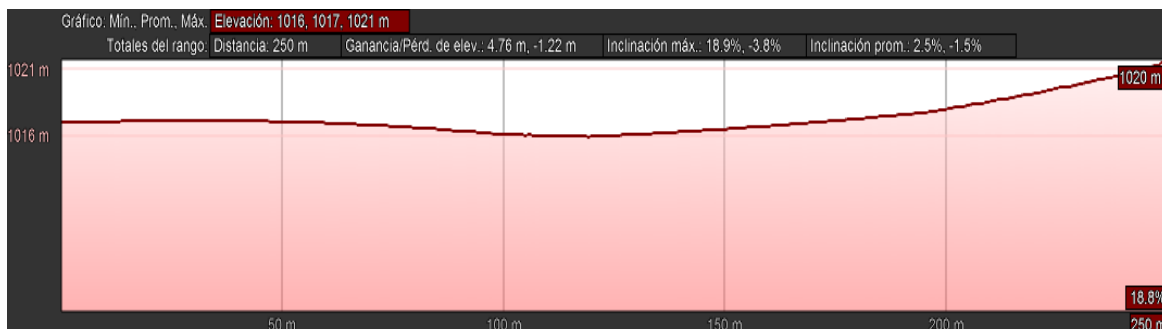


Figura 15. Topografía de la alternativa 01

Alternativa 02: Arriba Perú, cuya inclinación promedio 0.8%.

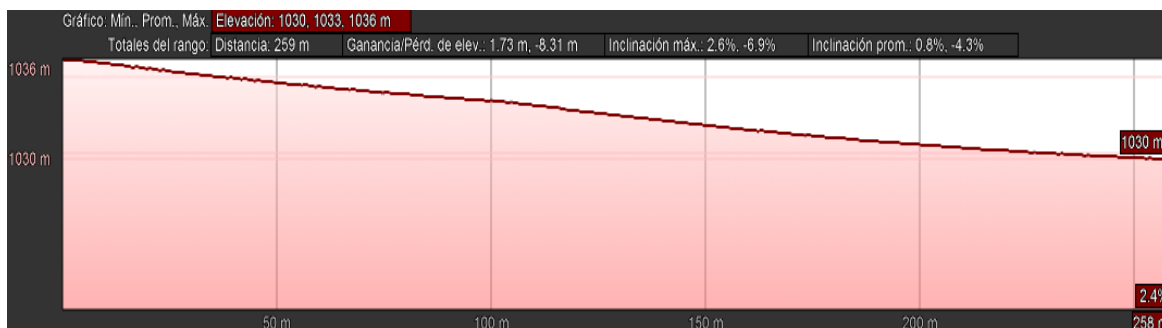


Figura 16. Topografía de la alternativa 02.

Alternativa 03: Don Abel, cuya inclinación promedio 11.3%.

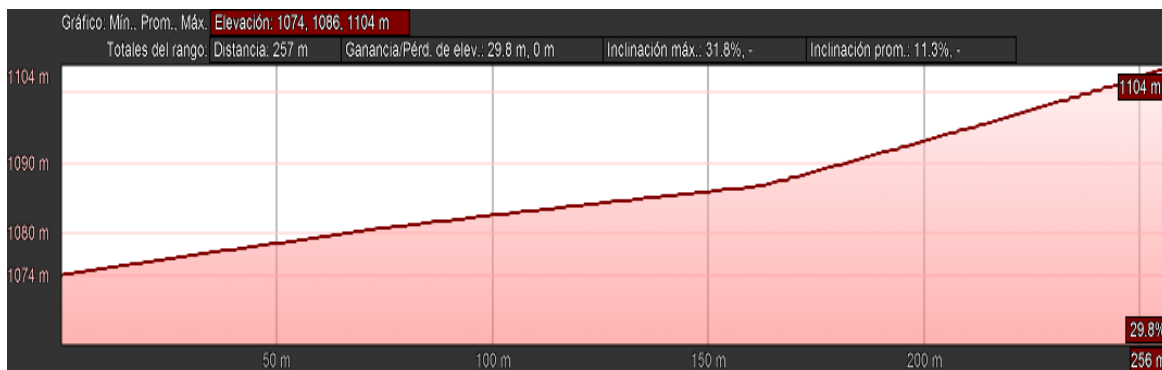


Figura 17. Topografía de la alternativa 03.

4.2.3.5. Estudio de suelo

a) Análisis geológico

Jepelacio presenta la formación Cushabatay la cual se caracteriza por presentar areniscas cuarzosas blanquecinas a amarillentas, masivas de grano fino a medio con estratificación sesgada, algo friables, procedentes del Cretáceo inferior del

Grupo Oriente (Ki-o). Los tipos de suelo presentes en las alternativas seleccionadas son tres y son: Rumiyacu – Betania (60 – 40%), Cerro amarillo, su constitución está dada por suelos de matices pardos oscuros, Renacal – Aguajal (50 – 50%).

b) Estudio de la napa freática

En el distrito de Jepelacio, se realizó la calicata C-03, en la cual se determinó que el terreno es de percolación lenta, de acuerdo a la norma I.S. 020 del RNE. Asimismo, el suelo presenta poca infiltración, debido a que está conformado por horizontes arcillosos que tienen bajo índice de permeabilidad y alta capacidad de retención de agua (CONHYDRA, 2015)

c) Análisis hidrológico

A pesar de estar en una zona de alta precipitación, los terrenos elegidos como alternativas, se caracterizan por presentar zonas de drenaje natural, estos lugares tienen pendientes que no permiten grandes acumulaciones de agua, estas discurren de manera natural y sin problemas debido al tipo de formación de suelo que presenta.

Alternativa 01: Tabanero, esta área presenta baja inclinación del terreno, siendo la causa para que se formen charcos y una posible saturación del drenaje natural del terreno.

Alternativa 02: Arriba Perú, es un área de características similares a la alternativa 01. Sin embargo, al igual a la alternativa 01 no existe curso cercano de algún río haciéndola apta para la construcción del relleno sanitario.

Alternativa 03: Don Abel, esta área presenta una inclinación ideal para evitar la acumulación de agua sobre el terreno, además, se puede usar esta característica al momento de construir las zanjas para la extracción del material de cobertura y la construcción del drenaje por gravedad, cabe señalar que está cerca de un pequeño riachuelo que transporta agua en épocas de lluvia.

4.2.4. Estudio de impacto ambiental

4.2.4.1. Generalidades

La finalidad del análisis de impacto ambiental es predecir y evaluar las consecuencias que un proyecto puede ocasionar en el área de influencia y, específicamente, en el ambiente natural, socio-económico, cultural y/o estético.

El proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL DISTRITO DE JEPELACIO, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN” tiene por

finalidad proporcionar a la población un lugar adecuado, según las leyes ambientales, para una disposición final segura de los residuos sólidos.

De esta manera, el desarrollo de un Estudio del Impacto Ambiental sobre la Construcción del Relleno Sanitario Manual, es de gran importancia ya que no solo permitirá conocer el grado de impacto que tendría la construcción y el funcionamiento de dicha infraestructura, sino que además permitirá identificar los efectos que dichos impactos podrían ocasionar a los ecosistemas o entornos circundantes, considerando a este último, como el ambiente donde se desarrollan las múltiples interacciones, tanto entre los factores bióticos, como abióticos y socioeconómicos.

4.2.4.2. Componentes ambientales y actividades del proyecto

Tabla 30. *Componentes y factores ambientales*

Componente ambiental		Factores ambientales
Físico	Suelo	Modificación del relieve del terreno Cambio en las condiciones físicas y químicas del suelo
	Agua	Variación de la calidad de agua
	Ruido	Incremento de decibeles
	Vibración	Movimiento de maquinaria y vehículos recolectores
	Aire	Emisión de gases y material particulado
Biológico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal
	Fauna	Eliminación de hábitats
Socio-cultural	Paisaje	Alteración del paisaje
	Salud	Afectación a la salud y la seguridad
	Empleo	Generación de puestos de trabajo local
	Calidad de Vida	Impacto en la calidad de vida

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. *Principales actividades del proyecto*

Actividades del proyecto		
Construcción	Operación	Cierre y post cierre
- Desbroce y preparación del terreno.	- Transporte de los residuos sólidos al relleno sanitario	- Cierre de accesos y desmantelamiento de infraestructura.
- Generación de residuos.	- Disposición, compactación y cobertura	- Disposición de cobertura final.
- Obras de construcción de infraestructuras.	- Control de lixiviados y gases	- Monitoreo y control post cierre
	- Excavación de trincheras	

Fuente: Elaboración propia

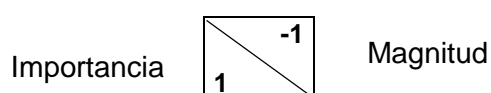
4.2.4.3. Clasificación de impactos

Cuadro 1. Escala de clasificación de impactos

Clasificación	Valor
Irrelevantes (o compatibles)	<25
Moderados	25 - 50
Severos	50 - 75
Críticos	>75

Fuente: Dellavedova (2011)

Especificación de cómo se desarrollará la evaluación de los impactos a través de la matriz de Leopold, relación entre Magnitud e Importancia.



4.2.4.4. Identificación de los impactos ambientales

A continuación, se presentan los impactos ambientales que surgirán con la ejecución del proyecto.

Cuadro 2. Matriz de Leopold (Magnitud – Importancia)

Actividades				Actividades del proyecto										Acciones Positivas	Acciones Negativas	Agregación de Impactos	
				Construcción			Operación				Cierre y post cierre						
				Desbroce y preparación del terreno	Generación de residuos	Obras de construcción de infraestructuras	Transporte de los residuos sólidos al relleno sanitario	Disposición, compactación y cobertura	Control de lixiviados y gases	Excavación de trincheras	Cierre de accesos y desmantelamiento de	Disposición de cobertura final	Monitoreo y control post cierre				
Factores ambientales	Físico	Suelo	Modificación del relieve del terreno	-8	-5	-3	-5	-2	-1	-5	-1	-1	1	1	9	10	
			Cambio en las condiciones físicas y químicas del suelo	-2	-1	-5	-1	-4	-2	-2	-1	-1	1	1	1	9	10
		Agua	Variación de la calidad de agua	-1	-1	-2	-1	-2	-3	-1	-1	1	1	1	2	8	10
			Ruido	Incremento de decibeles	-1	-1	-2	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	2	8	10
		Vibración	Mov. de maquinaria y vehículos recolectores	-2	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	5	5	10	
		Aire	Emisión de gases y material particulado	1	1	-2	-1	1	-2	-2	-1	-2	1	4	6	10	

Biológico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-5	1	1	1	1	1	1	1	-1	-2	1	7	3	10
	Fauna	Eliminación de hábitats	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	4	10
Socio-cultural	Paisaje	Alteración del paisaje	2	-3	-1	-4	-1	-2	-2	-7	-2	-1	1	1	9	10
	Salud	Afectación a la salud y la seguridad	2	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1		10	10
	Empleo	Generación de puestos de trabajo local	1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	9	1	10
	Calidad de Vida	Impacto en la calidad de vida	5	8	-2	8	4	4	2	2	2	4	3	10		10
Afectaciones Positiva			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Comprobación			
Afectaciones Negativas			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			120	
Agregación de Impactos			3	5	4	3	6	6	4	2	4	11		120	Correcto	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Resultados de la evaluación con la matriz de Leopold

Factores ambientales				Actividades del proyecto											Acciones Positivas	Acciones Negativas	Agregación de Impactos
				Construcción			Operación				Cierre y post cierre						
				Desbroce y preparación del terreno	Generación de residuos	Obras de construcción de infraestructuras	Transporte de los residuos sólidos al relleno sanitario	Disposición, compactación y cobertura	Control de lixiviados y gases	Excavación de trincheras	Cierre de accesos y desmantelamiento de infraestructura	Disposición de cobertura final	Monitoreo y control post cierre				
Factores ambientales	Físico	Suelo	Modificación del relieve del terreno	-8	-5	-15	-5	-2	-1	-20	-1	-1	1	1	9	-57	
			Cambio en las condiciones físicas y químicas del suelo	-2	-1	-5	-1	-4	-6	-4	-1	-1	1	1	9	-24	
		Agua	Variación de la calidad de agua	-1	-1	-2	-1	-2	-6	-1	-1	1	1	2	8	-13	
		Ruido	Incremento de decibeles	-1	-1	-2	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	2	8	-7	
		Vibración	Movimiento de maquinaria y vehículos recolectores	-2	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	5	5	-1	

		Aire	Emisión de gases y material particulado	1	1	-2	-1	1	-6	-2	-1	-2	1	4	6	-10	
	Biológico	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	-20	1	1	1	1	1	1	-1	-2	1	7	3	-16	
		Fauna	Eliminación de hábitats	-4	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	6	4	-1	
SOCIO-CULTURAL		Paisaje	Alteración del paisaje	-6	-1	-16	-1	-8	-2	-7	-2	-1	1	1	9	-43	
		Salud	Afectación a la salud y la seguridad	-1	-1	-4	-6	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1		10	-19
		Empleo	Generación de puestos de trabajo local	40	-2	40	16	16	2	8	4	4	4	9	9	1	137
		Calidad de Vida	Impacto en la calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10		10
Afectaciones Positiva				3	5	4	3	6	6	4	2	4	11	Comprobación			
Afectaciones Negativas				9	7	8	9	6	6	8	10	8	1			-44	
Agregación de Impactos				-3	-7	-4	0	2	-15	-26	-6	-3	18		-44	-44	
Promedio																-3.7	
Desviación estándar																49.6	

Fuente: Elaboración propia

El resultado final es de -44, siendo su valor absoluto 44, indica que dicho proyecto tendrá un impacto moderado al ambiente, sin embargo, la mayoría de estos pueden ser mitigados y en otros casos son compatibles.

Tabla 32. Matriz resumen de la cantidad de impactos encontrados en los medios

Medio	Impactos Positivos	Impactos negativos	Total
Físico	15	45	60
Biológico	13	7	20
Socio-Cultural	20	20	40
Total	48	72	120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Matriz resumen de la cantidad de impactos encontrados en las etapas

Etapas	Impactos positivos	Impactos negativos	Total
Construcción	12	24	36
Operación	19	29	48
Cierre y Post Cierre	17	19	36
Total	48	72	120

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.5. Análisis gráfico de la matriz Leopold

a. Construcción del relleno sanitario

En la figura 18 se muestra el análisis gráfico del impacto en la construcción del relleno sanitario. Se observa algunos efectos negativos altos y de importancia. Asimismo, se muestra pocos efectos positivos altos y de importancia.

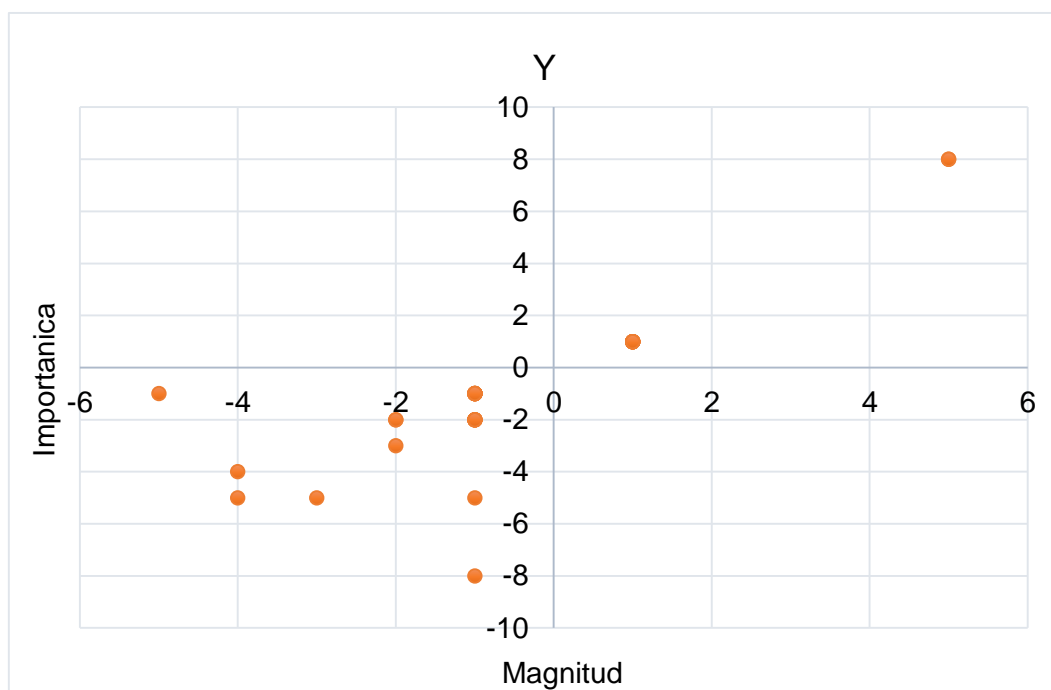


Figura 18. Análisis gráfico del impacto en la construcción

Fuente: Elaboración propia

b. Operación del relleno sanitario

En la figura 19 se muestra el análisis gráfico del impacto en la operación del relleno sanitario. Se observa algunos efectos negativos altos y de importancia. Asimismo, se muestra pocos efectos positivos altos y de importancia.

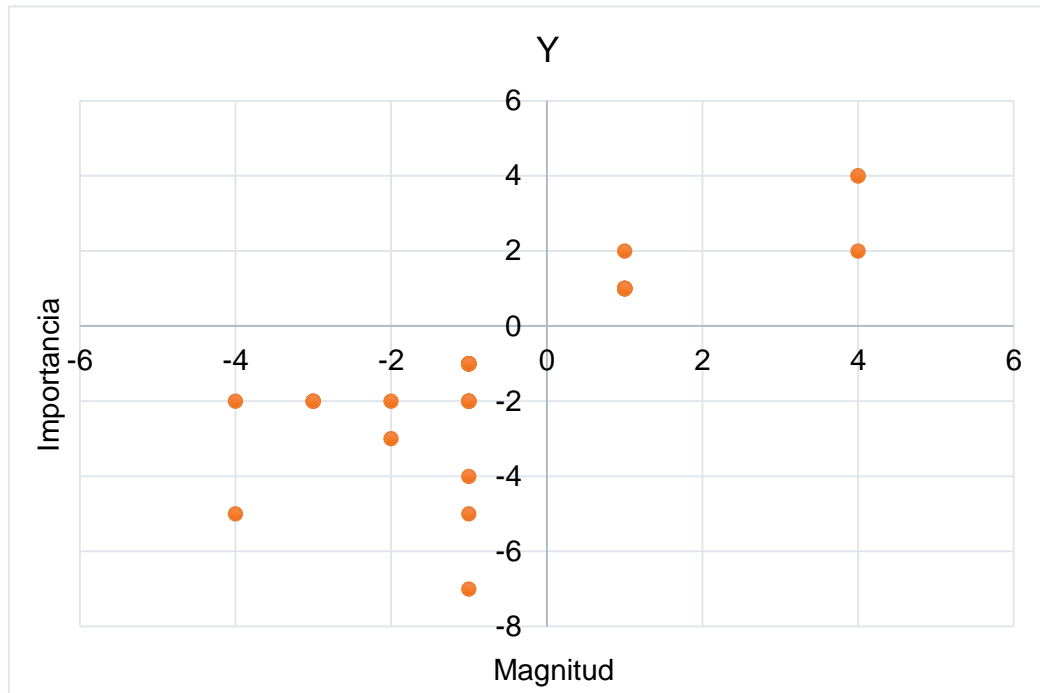


Figura 19. Análisis gráfico del impacto en la operación

Fuente: Elaboración propia

c. Cierre del relleno sanitario

En la figura 20 se muestra el análisis gráfico del impacto en el cierre del relleno sanitario. Se observa pocos efectos negativos bajos y de importancia. Asimismo, se muestra muchos efectos positivos altos y de importancia.

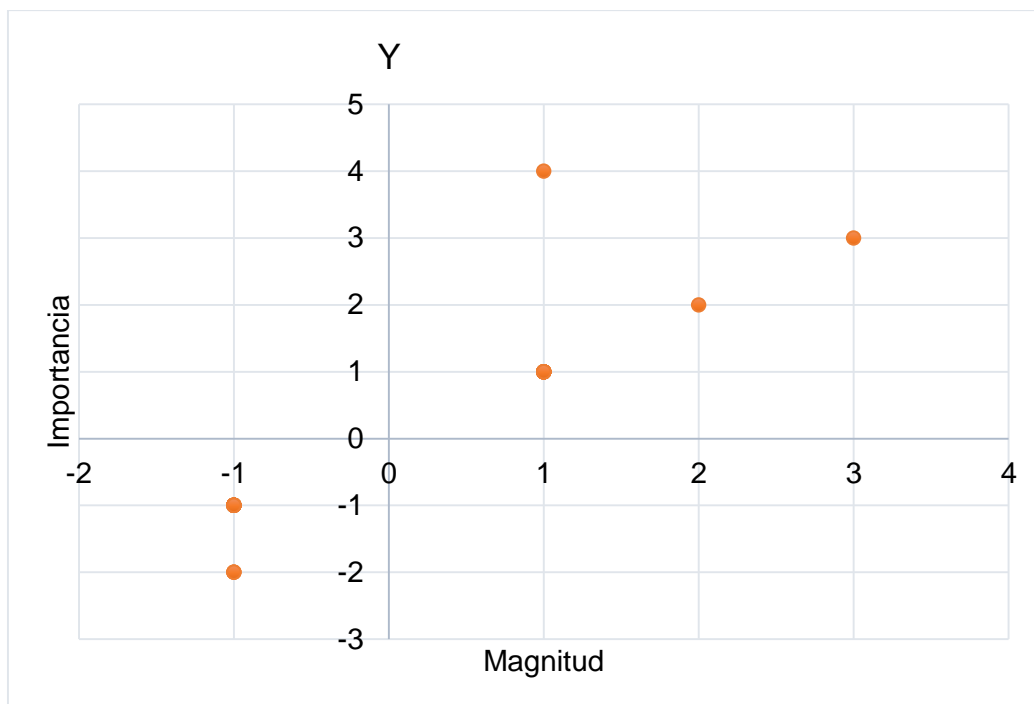


Figura 20. Análisis gráfico del impacto en el cierre

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.6. Descripción y evaluación de los impactos ambientales

A) Sobre el componente físico

- Modificación del relieve del terreno

La ejecución del proyecto tendrá repercusiones en el relieve del terreno, puesto que, en muchas actividades desarrolladas, se requerirá la remoción y excavación del terreno para nivelarlo; siendo este un impacto moderado, es decir no se causará un daño irreparable al terreno lo que indicaría que el desarrollo de este proyecto siguiendo los lineamientos y controles adecuados no impactaría de forma perjudicial a largo plazo en el terreno. La zona donde se desarrollará el proyecto es de pendiente moderada, además de contar con presencia de vegetación en algunas zonas del terreno. Luego de la evaluación se determina que los impactos que se causará serán negativos, pero compatibles.

- Cambio en las condiciones físicas y químicas del suelo

El uso de maquinaria para el movimiento de tierra, en las actividades de construcción de infraestructura, disposición, excavaciones, compactación de residuos sólidos y control de lixiviados serán causales de alteraciones en la calidad del suelo, sin embargo dado que serían impactos puntuales y producto de un adecuado manejo o control todos los impactos generados son del tipo compatible con valores inferiores a -7; para que se logre minimizar

a la totalidad es necesario que se tomen medidas de control y así evitar que los daños se vuelvan moderados o severos.

- **Variación de la calidad de agua**

El impacto sería ocasionado por un mal manejo de lixiviados, ya que el lugar seleccionado no se encuentra en una Fuente superficial. Esto se produciría si hubiese fallos en la tubería o en el proceso de tratamiento de lixiviados. Siendo un impacto irrelevante.

- **Incremento de decibeles**

Esto producido principalmente en la etapa de construcción y en la puesta de operación del relleno, por la maquinaria y los vehículos recolectores de residuos sólidos. Teniendo una valoración irrelevante.

- **Emisión de gases y material particulado**

El mayor impacto se produciría durante la actividad de construcción del relleno, el material particulado puede ser controlado al usar rociadores. Con respecto a los gases, estos se generarán en mayor medida durante la etapa de operación, producto de la degradación de los residuos sólidos, pero con el uso de chimeneas y su control estos impactos solo serán compatibles por ello los impactos generados serán de naturales negativa, pero irrelevantes.

B) Sobre el componente biológico

- **Pérdida de cobertura vegetal**

La construcción del relleno sanitario está conformada por actividades de movimiento de tierra, las cuales generaran pérdida de la cobertura vegetal, siendo el mayor impacto causado durante la actividad de descapote que es irrelevante, dado el plan post cierre para recuperar la cobertura vegetal. Siendo así irrelevante.

- **Eliminación de hábitats**

La pérdida de la cobertura vegetal traerá consigo la eliminación de hábitats de algunas especies, además en la etapa de construcción y operación, donde se usen vehículos, se producirá ruido y vibraciones ahuyentando a la fauna de los alrededores, sin embargo, no hay presencia de una gran cantidad de fauna en la zona y con las actividades post cierre de recuperación de cobertura vegetal se podría mitigar esta pérdida, por ello los impactos causados serán negativos pero irrelevantes.

C) Sobre el componente socio-cultural

- Alteración del paisaje

El paisaje cambiara por el reemplazo de la cobertura vegetal y la adaptación del terreno a una de construcción y un cerco perimétrico que permite el aislamiento de lo exterior. El área se encuentra lejos de la población así que su impacto será irrelevante.

- Afectación a la salud y la seguridad

Esto se daría prácticamente por el uso de maquinarias y herramientas, además el personal se pueda enfermar producto del aumento de los desechos al ser una zona de disposición de residuos, así como la generación de material particulado, esto se solucionaría a través del uso de EPP (Equipo de Protección Personal), por ello los impactos causados serán negativos pero irrelevantes.

- Generación de puestos de trabajo local

Es el principal impacto positivo del proyecto, debido a que la obra constructiva requerirá de la contratación de operadores para la operación de maquinaria. así como de personal tales como obreros, técnicos y algunos ingenieros; así mismo durante la etapa de operación al ser un relleno sanitario manual se contratará personal obrero lo que generará muchos puestos de trabajos, de la misma manera durante la etapa de monitoreo se requerirá era de personal, es por ello que los impactos causados serán positivos.

- Impacto en la calidad de vida

Al incrementarse los puestos de trabajo, la población gozara de un aumento en la calidad de vida, así como también al contar con una infraestructura especializada para la correcta disposición final de residuos sólidos. Siendo el segundo impacto positivo de mayor calificación.

4.2.4.7. Descripción de las medidas de prevención y/o mitigación

Tabla 34. Medidas a considerar para mitigar los impactos

Etapas del proyecto	Medidas de prevención y/o mitigación	
	Impactos identificados	Medidas propuestas
1. Construcción 2. Operación 3. Cierre y post cierre	Modificación del relieve del terreno	*Construcción de diques para contener posibles derrumbes
	Cambio en las condiciones físicas y químicas del suelo	*Uso de geo sintéticos (Geomembranas)
	Variación de la calidad de agua	
	Incremento de decibeles	*Protección auditiva para los operarios EPP. *Colocar cintas de seguridad para evitar a personas ajenas al trabajo realizado
	Movimiento de maquinaria y vehículos recolectores	
	Emisión de gases y material particulado	*Uso de filtros *Uso de rociadores *Sembrar arbustos en el cerco perimétrico
	Pérdida de cobertura vegetal	*Reforestar cuando se coloque la cobertura final
	Eliminación de hábitats	*Evitar la caza en los alrededores *Sembrar arbustos en el cerco perimétrico
	Alteración del paisaje	*Reforestar cuando se coloque la cobertura final *Capacitaciones y charlas inductivas
	Afectación a la salud y la seguridad	*Campañas de fumigación
Generación de puestos de trabajo local		
Impacto en la calidad de vida	*Contratación a pobladores de la zona	

Fuente: Elaboración propia

4.3. Discusiones

En el presente estudio, se encontró una GPC de 0.345 kg/hab.día y la generación diaria de residuos fue 5.631 tn. Morín & Soto (2017), diseñaron un relleno sanitario manual para una población inicial de 7848 habitantes de la ciudad de Parcoy, en Trujillo, con una GPC de 0.56 kg/hab.día; cantidad de residuos a disponer de 5.6 tn/día. El volumen calculado del relleno sanitario fue 133,891 m³; un área de 6.3 ha y una vida útil calculada de 16 años. Asimismo, Román (2018), diseñó un relleno sanitario manual para una población inicial de 13469 habitantes de la ciudad de San José de Sisa, San Martín, con una GPC de 0.67

kg/hab.día; cantidad de residuos a disponer de 8.99 tn/día. El volumen calculado del relleno sanitario fue 6,2740 m³; un área de 4.0 ha y una vida útil calculada de 10 años. Por otro lado, Benavides (2007), menciona que el relleno sanitario manual, es una alternativa viable técnica y económica para la disposición final de los residuos sólidos. Con respecto a la tecnología de relleno sanitario, una de las ventajas es que el manejo y la operación puede realizarse en forma manual, es decir mediante el esparcido, la compactación y cobertura de los residuos, utilizando herramientas como rastrillos y pisones manuales (Chambillo, 2017).

CAPÍTULO V

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Según los cálculos proyectados para el año 2019, considerado este como el año 0 del proyecto, partiendo de los datos obtenidos por los investigadores, se determinó que la Generación Per cápita de residuos sólidos domésticos es de 0.3450 kg.hab/día (5.432 ton/día), además se tiene una producción de residuos sólidos no domiciliarios de 0.198 ton/día; siendo un 46.87% de la generación de estos residuos sólidos reciclables o materia orgánica es decir representa 2.618 Tn/día. Por ello la cantidad de residuos que llegaran a disposición final en las trincheras será de 3.013 Tn/día, pero considerando que la eficiencia de disposición será al 90%, la cantidad final de residuos sólidos a disponer en dichas zanjas es de 2.711 Tn/día.
- El Relleno Sanitario a diseñar será de tipo manual debido a que la generación per cápita y la población con la que cuenta el distrito de Jepelacio no sobrepasaran las 20 Tn/día de residuos a disposición a lo largo del tiempo de vida del relleno, con un volumen acumulado de 46,239.122 m³ y requiriendo un área aproximada de 2.148 ha. para su vida útil teórica de 15 años, lo cual supliría las necesidades que presenta el distrito de Jepelacio.
- La alternativa seleccionada para la construcción del Relleno Sanitario Manual es la alternativa 03 cuyo nombre de identificación es Don Abel. Presenta una distancia >1 km en promedio a la vivienda más cercana. Además, no presenta riesgo de inundaciones, así como también presenta un área extensa, además de cumplir con todos los requisitos técnicos establecidos en las normativas.
- El caudal de los lixiviados, según la aplicación del Método Suizo, tiene un valor anual de 667.878 m³. Para evitar la infiltración de lixiviados es necesario el uso de una geomembrana. El método de operación designado es el de Zanja o Trinchera lográndose obtener mayor rendimiento económico en relación a las operaciones realizadas y el costo económico de las mismas. También se ha considerado las vías de drenaje para lixiviados y gases mediante tuberías y chimeneas.
- Mediante el estudio de Impacto Ambiental para la construcción del relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio, se identificó que el impacto producido por este proyecto tendría una valoración moderada. Sin embargo, los impactos negativos identificados en casi todos los casos pueden ser mitigados mientras que en otros dichos impactos son irrelevante o compatibles. Lo cual indica que la ejecución del proyecto no causara daños graves al medio ambiente de al momento de ser ejecutado.

5.2. Recomendaciones

- Jepelacio es un distrito que se encuentra ubicado en la provincia de Moyobamba, región San Martín, actualmente tiene la necesidad de implementar con una infraestructura adecuada para la disposición final del manejo de sus residuos sólidos, debido a que el terreno que utilizan actualmente no se está haciendo un adecuado manejo de los lixiviados ni una buena compactación, además que pronto culminara la vida útil del espacio que utilizan.
- La Municipalidad Distrital de Jepelacio debe realizar estudios técnicos complementarios como análisis de suelo, geológico, hidrogeológicos, compactación en el área destinada para realizar el relleno sanitario, para que complemente y respalde el estudio referencial de selección de sitio, así como en la fase de diseño y otros realizados en el presente proyecto.
- Mejorar su plan de segregación en la Fuente indicándolo en su plan de manejo de residuos sólidos lo más pronto posible para que de esta manera se pueda cumplir con las condiciones para el uso y tiempo de vida para el cual fue diseñado el presente relleno sanitario manual.
- Realizar un estudio hidrogeológico específico en el área de estudio realizando las calicatas respectivas en busca de la presencia de agua subterránea, para determinar el valor de permeabilidad de la alternativa seleccionada para la ubicación del relleno sanitario manual ya que es un requisito fundamental para que el Estudio de Selección de Sitio y no se realizado adecuadamente.
- Realizar un mejoramiento del terreno, geomembrana y con material arcilloso, donde se construirán las trincheras para reducir la posibilidad de filtración de los lixiviados Mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos de distrito incluyendo la adquisición de unidades móviles de recolección, instalación de papeleras y contenedores, inclusión de proyectos sociales en el proyecto de inversión pública para el diseño y construcción del relleno sanitario Manual del distrito de Jepelacio.
- Implementar canaletas colectoras en los techos sobre las trincheras y almacenar el agua, para tener recurso hídrico para mojar los módulos de compostaje
- Elaborar un estudio de costos de presupuesto por el área correspondiente de la municipalidad para constatar el presupuesto ya que los precios varían con el tiempo.

Referencias

- Benavides, N. A. (2007). Modelo de gestión integral de rellenos sanitarios manuales, para poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes en el Ecuador. Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/451/1/TESIS%20NELSON%20BENAVIDES..p>
- Bernache, G. (2012). Riesgo De Contaminación Por Disposición Final De Residuos. Un Estudio De La Región Centro Occidente De México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 Sup., (1), 97–105. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28s1/v28s1a14.pdf>
- Cantanhede, A., Monge, G., & Sandoval, L. (2006). Procedimientos Estadísticos Para Los Estudios De Caracterización De Residuos Sólidos. *Aidis*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- CEPIS. (1997). Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. Lima. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chambillo, H. Y. (2017). Análisis costo/beneficio e impacto ambiental de la ampliación operativa del relleno sanitario Pampaya en el distrito de Tarma, provincia de Tarma. Tesis de grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae. http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/271/Chambillo_Hellen_tesis_bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Conesa, V. (2011). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. (Mundi-Prensa, Ed.) (4° Edición). Madrid, España. Retrieved from https://books.google.com.pe/books/about/Guía_metodológica_para_la_evaluación.html?id=wa4SAQAAQBAJ&source=kp_cover&redir_esc=y
- Congreso de la República. (2008). Decreto Legislativo N°1065. Retrieved from https://www.ficem.org/normas/Peru/decreto_1065.pdf
- Congreso de la República. (2017). Decreto Legislativo N°1278. Ley de gestión integral de residuos sólidos. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- Corena, M., J. (2008). Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios. Retrieved from <https://repositorio.unisucre.edu.co/jspui/bitstream/001/304/2/628.44564C797.pdf>
- Dellavedova, M. G. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental. Taller Vertical Meda Altamirano Yantorno. La Plata. Retrieved

- from <http://www.kpesic.com/sites/default/files/Ficha-17-GUIA-METODOLOGICA-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-EIA.pdf>
- Díaz, L. y., & Vallejo, A. C. (2017). Propuesta para el diseño del nuevo Relleno Sanitario para el Municipio de Aguachica - Cesar. Universidad Católica de Colombia. Retrieved from [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15489/1/Diseño de relleno sanitario para Aguachica Cesar.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15489/1/Diseño%20de%20relleno%20sanitario%20para%20Aguachica%20Cesar.pdf)
- Escalona, E. (2014). Daños a la salud por la mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 270–277. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n2/hig11214.pdf>
- Facultad de Ciencias Exactas. (2003). Metodología para los Estudios de Impacto Ambiental. Buenos Aires. Retrieved from [www.exa.unicen.edu.ar/.../Metodologia para los Estudios de Impac...%0A](http://www.exa.unicen.edu.ar/.../Metodologia%20para%20los%20Estudios%20de%20Impac...%0A)
- Fierro, A., Armijo de Vega, C., Buenrostro, O. & Valdez, B. (2010). Análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26 (4), 291-297. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/370/37015993004.pdf>
- Gobierno Regional de San Martín. (2005). Zonificación Ecológica y Económica de la Región San Martín. Retrieved from Gobierno Regional de San Martín
- Gobierno Regional de San Martín. (2010). Plan Operativo Institucional a Nivel Pliego. San Martín. Retrieved from http://www.regionsanmartin.gob.pe:81/pagina/administracion/documentos_transparencia/POI_Parte2.pdf
- Gobierno Regional de San Martín. (2012). Zonificación Económica y Ecológica de la región San Martín. Retrieved from <http://siar.regionsanmartin.gob.pe/tematica/zonificacion-ecologica-economica-zee?page=10&footer=>
- Gobierno Regional de San Martín; Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; Consejo Nacional del Ambiente. (2006). Estrategia regional de diversidad biológica de San Martín. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos. Retrieved from http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/ERDB_SanMartin_13-03-07.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación científica. Retrieved from <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

- Instituto Nacional de Calidad. (2019). *NTP 900.058 2019. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos*. Retrieved from <https://www.qhse.com.pe/wp-content/uploads/2019/03/NTP-900.058-2019-Residuos.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2009). Mapa de peligros de la ciudad de Moyobamba. Moyobamba. Retrieved from http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_San_Martin/moyobamba/moyobamba.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2009). Mapa de peligros de la ciudad de Moyobamba. Retrieved from http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_San_Martin/moyobamba/moyobamba.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). XII Censo de Población y VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Retrieved from <http://censo2017.inei.gob.pe/>
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Colombia. Retrieved from <http://ambiente.lapampa.gob.ar/images/stories/Imagenes/Archivos/Guia.pdf>
- Lopez, N. (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete - Cordoba. Universidad Pontificia Javeriana. Retrieved from <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2010). Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios. Retrieved from <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf>
- Ministerio de Salud. (2006). RM N°109-2006/MINSA. Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito Municipal. Retrieved from http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Relleno_sanitario.pdf
- Ministerio del Ambiente & Ministerio de Economía y Finanzas. (2008). Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil. Lima. Retrieved from http://cdam.minam.gob.pe/multimedia/guiasnip01/Guia_SNIP_RRSS_MINAM_MEF/Guia_Residuos_SNIP_MINAM_MEF.pdf
- Ministerio del ambiente. (2005). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/2643.pdf>

- Ministerio del ambiente. (2011). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/2643.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2013). Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM). Guía metodológica (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio del ambiente. (2013). Ley General del Ambiente n° 28611. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Ministerio del ambiente. (2014). Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de caracterización de residuos sólidos. Retrieved from <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>
- Ministerio del ambiente. (2017). Decreto supremo N° 014-2017-MINAM. Retrieved from http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf
- Ministerio del ambiente. (2018). Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/11/Guia-para-la-caracterizaci%C3%B3n-de-residuos-solidos-municipales.pdf>
- Morín, A. H., & Soto, R. N. (2017). Diseño de un relleno sanitario manual para el distrito de Parcoy. Universidad Nacional de Trujillo. Retrieved from http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8960/MorinMontoya_A_SotoOdar_N.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Municipalidad Distrital de Jepelacio. (2013). Manejo de los Residuos Sólidos: La experiencia de Jepelacio. Jepelacio. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/386120684/manejo-residuos-solidos-experiencia-jepelacio-pdf>
- Municipalidad Distrital de Jepelacio. (2015). Informe Multianual de Gestión Fiscal IMGF 2016 - 2018. Jepelacio. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.07.024>
- Municipalidad Distrital de Jepelacio. (2018). Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Limpieza Pública en los Procesos de Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales en los Pueblos de Lahuarpía, Jerillo, Jepelacio, Shucshuyacu, Pacaypita, Nuevo San Miguel y Carrizal, Jepelacio.
- Municipalidad Provincial de Moyobamba. (2011). Plan de Desarrollo Concertado: Distrito de Moyobamba. Moyobamba. Retrieved from http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/12195/PLAN_12195_Plan_Estratégico_de_Desarrollo_o_Plan_de_Desarrollo_Concertado_Moyobamba_2011.pdf

- Núñez, S. & Villacorta, S. (2013). Peligros geológicos en los centros poblados Carrizales, San Miguel - el Mirador, Pacaypite y Jepelacio. Retrieved from https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1492/1/A6626-Peligros_geologicos_Carrizales_San_Miguel...San%20Martin.pdf
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Retrieved from http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). Informe 2013-2014. Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional., 100. Retrieved from https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal. Lima. Retrieved from https://www.oefa.gob.pe/en/?wpfb_dl=6471
- Organización de los Estados Americanos. (1987). Estudio de Casos de Manejo Ambiental: Desarrollo Integrado de un Área en los Trópicos Húmedos - Selva Central del Perú. Washington D.C. Retrieved from <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea27s/begin.htm#Contents>
- Pari, S. (2016). Propuesta de gestión de residuos sólidos mediante un relleno sanitario manual, para el municipio de Taraco. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4613/Pari_Ychuta_Susana.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Román, W. M. (2018). Diseño de un Relleno Sanitario por el método combinado para la disposición final de los residuos sólidos, en el distrito de San José de Sisa, Provincia del Dorado y Región San Martín, 2018. Tesis de grado, Universidad César Vallejo. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40012>
- PNUMA/OPS/FUMEC/FIOCRUZ. (2005). Glosario. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/GLOSARIOseguro.pdf>
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2013). Constitución política del Perú – 1993. Retrieved from <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/Constitucion-Pol%C3%ADtica-del-Peru-1993.pdf>
- Recytrans. (2015). Tipos de reciclaje. Retrieved from <https://www.recytrans.com/blog/tipos-de-reciclaje/>
- Rivera, J. (2011). *Geotecnia de rellenos sanitarios*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4040.5121>
- Román, G. A. (2011). Evaluación del diseño de infraestructura de disposición de residuos sólidos del ámbito municipal de Cajamarca, distrito de Jesús, provincia de

- Cajamarca, departamento de Cajamarca. Universidad Nacional de Ingeniería.
Retrieved from cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3626/1/roman_gg.pdf
- Ruiz, J. C., & Unapanta, V. C. (2015). Diseño de un relleno sanitario manual para el recinto “Cristóbal Colón”-Provincia de Esmeraldas. Universidad Politécnica Salesiana.
Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10096/6/UPS-ST001613.pdf>
- Sakurai, K. (1982). Programa Regional de Mejoramiento de la Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsacd/scan/011982.pdf>
- Trajano, K. (2016). Projeto de um aterro sanitário de pequeno porte. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Retrieved from <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015922.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Problema general	Objetivo general	Diseño de la investigación	Instrumentos
Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de Jepelacio, San Martín	¿Cuáles son las dimensiones y la ubicación óptima del relleno sanitario manual para la disposición final de los residuos sólidos municipales en el Distrito de Jepelacio – San Martín?	Diseñar un relleno sanitario manual para la disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Jepelacio - San Martín.	Diseño no experimental transversal de tipo descriptivo Variables: Variables de caracterización - GPC - Densidad de RRSS - Composición de RRSS Variables del diseño del relleno sanitario - Área de trinchera - Volumen - Puntaje de selección de sitio - Pendiente del terreno - Magnitud del impacto ambiental	- Balanza digital - Recipiente - GPS - Observador - Matriz de Leopold - ArcGis
	Problema específico	Objetivos específicos	Población: 180 viviendas	
	- ¿Cuál es el valor de los parámetros de caracterización de los residuos sólidos municipales (RSM): Generación Per Cápita (GPC), densidad y composición? - ¿Cuál es el área, volumen y vida útil del relleno sanitario manual? - ¿Cuál es el sitio óptimo para el relleno sanitario manual? - ¿Cuáles son los impactos ambientales potenciales de la construcción del relleno sanitario?	- Determinar los parámetros de caracterización de los residuos sólidos municipales (RSM): Generación Per Cápita (GPC), densidad y composición. - Estimar el área, volumen y vida útil del relleno sanitario manual. - Realizar un estudio de selección de sitio para el relleno sanitario manual. - Evaluar los impactos ambientales potenciales de la construcción del relleno sanitario.	Muestra: Toda la población	

Anexo 2. Relación entre el tipo de suelo, el coeficiente de permeabilidad y su aceptación para drenaje y relleno sanitario - Coeficiente de Permeabilidad k (cm/s), (Escala logarítmica)

k (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno						Malo	Prácticamente impermeable				
Relleno sanitario	Pésimo									Bueno		
Tipo de suelo	Grava gruesa (cascajo)	Arena limpia, arena mezclada con grava			Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla			Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización				
					Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización							

Fuente: Jaramillo (2002)

Anexo 3. Proyección de la población

$$P_f = P_o + (r * t)$$

Datos:

$$P_f = 18,471 \text{ hab.}$$

$$P_o = 13,568 \text{ hab.}$$

$$r = ?$$

$$t = 14 \text{ años}$$

$$18,471 \text{ hab} = 13,568 \text{ hab} + (r * 14)$$

$$r = 350.214$$

$$r = 350$$

Importante:

Proyección de tesis usando censos 1993-2007, pero tomando como población inicial la del censo 2017, la cual es 15,045 habitantes.

La población proyectada, teniendo como tasa de crecimiento el valor de 350 en los 15 años es la siguiente:

N°	Año	Proyección de población
-	2017	15045
-	2018	15395
0	2019	15745
1	2020	16095
2	2021	16445
3	2022	16795
4	2023	17145
5	2024	17495
6	2025	17845
7	2026	18195
8	2027	18545
9	2028	18895
10	2029	19245
11	2030	19595
12	2031	19945
13	2032	20295
14	2033	20645
15	2034	20995

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Cálculo de la GPC

Se aplica el formato para analizar la GPC diseñado por la Guía para la caracterización de Residuos Sólidos (Anexo 10). También se aclara que según Resolución Ministerial N°457-2018-MINAM, si el distrito cuenta de 1000 hasta 10 000 viviendas se toman dos zonas.

Zona A - Domiciliarios

N° de vivienda	Código	N° de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos	Generación per cápita ¹
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		Kg
1	JE-01	4	1.96	2.57	1.98	5.49	4.03	2.47	3.20	3.93	OK	0.91
2	JE-02	4	1.71	1.32	1.86	2.59	2.79	3.13	3.45	3.77	OK	0.73
3	JE-03	3	1.57	1.22	1.79	1.78	2.37	3.71	4.07	4.44	OK	0.84
4	JE-04	4	0.35	3.88	0.68	1.62	2.04	3.06	2.47	1.87	OK	0.58
5	JE-05	4	4.52	6.08	3.26	5.49	5.55	3.17	4.02	4.86	OK	1.08
6	JE-06	4	6.21	4.19	4.11	1.84	2.27	4.48	2.60	1.72	OK	0.73
7	JE-07	3	0.74	1.80	0.87	0.73	1.01	0.52	0.68	0.84	OK	0.29
8	JE-08	4	4.74	0.86	3.37	5.79	4.68	4.55	4.67	4.79	OK	1.03
9	JE-09	4	0.91	6.34	1.46	3.30	5.44	2.55	3.20	3.85	OK	1.00
10	JE-10	4	1.66	2.16	1.83	1.61	1.27	1.68	1.60	1.51	OK	0.40
11	JE-11	4	1.53	3.92	1.77	2.93	1.59	1.96	1.01	2.05	OK	0.54
12	JE-12	4	1.46	4.33	1.73	1.13	1.64	2.97	2.33	1.70	OK	0.63
13	JE-13	4	1.96	6.49	1.98	2.70	1.90	1.50	1.79	2.08	OK	0.68
14	JE-14	4	0.58	7.14	1.29	1.99	1.25	0.93	1.18	1.42	OK	0.49
15	JE-15	5	3.89	2.18	2.95	5.31	3.04	3.98	3.89	3.81	OK	0.74
16	JE-16	3	0.74	1.02	0.87	2.81	0.99	4.50	3.25	1.99	OK	0.73
17	JE-17	3	0.71	3.15	0.86	0.78	0.58	0.67	0.68	0.69	OK	0.37
18	JE-18	3	0.28	0.75	1.14	0.85	0.69	3.78	2.51	1.24	OK	0.55

19	JE-19	3	0.11	1.61	0.56	2.18	0.97	1.27	1.29	1.30	OK	0.42
20	JE-20	4	5.26	1.35	3.63	2.34	1.26	3.29	2.74	2.20	OK	0.67
21	JE-21	3	0.38	2.65	0.69	0.41	0.72	1.12	0.90	0.68	OK	0.31
22	JE-22	2	0.57	1.47	0.79	1.39	1.76	1.23	1.33	1.44	OK	0.55
23	JE-23	4	1.13	4.83	1.57	0.62	1.17	0.98	1.01	1.04	OK	0.45
24	JE-24	2	0.15	0.53	1.08	0.56	0.56	2.58	1.75	0.92	OK	0.53
25	JE-25	3	0.92	5.82	0.46	2.37	2.38	0.66	1.26	1.85	OK	0.64
26	JE-26	5	4.85	4.11	5.92	1.68	1.88	3.68	3.17	2.66	OK	0.68
27	JE-27	4	4.54	0.67	5.27	4.19	2.88	6.95	4.56	4.18	OK	0.96
28	JE-28	4	3.79	1.17	5.40	2.85	3.01	4.38	3.08	3.78	OK	0.95
29	JE-29	4	0.71	3.56	1.36	1.98	2.65	3.27	1.83	2.39	OK	0.61
30	JE-30	4	4.33	1.83	5.67	4.25	2.93	4.85	4.41	3.97	OK	1.07
31	JE-31	4	3.06	1.48	5.03	5.22	1.82	3.68	3.60	3.51	OK	0.97
32	JE-32	4	5.82	3.89	3.91	6.15	1.92	6.23	4.14	4.04	OK	1.04
33	JE-33	3	0.80	5.09	0.40	0.47	0.76	0.65	0.63	0.61	OK	0.36
34	JE-34	4	1.54	0.43	0.77	2.83	0.92	1.67	1.61	1.55	OK	0.34
35	JE-35	5	0.53	4.44	1.27	1.02	0.71	3.40	2.33	1.26	OK	0.45
36	JE-36	4	2.92	3.47	2.46	2.70	1.29	4.25	2.84	2.42	OK	0.63
37	JE-37	3	1.79	4.34	1.90	2.07	0.63	3.56	2.60	1.64	OK	0.73
38	JE-38	3	0.18	3.63	0.59	1.80	1.67	0.94	1.19	1.45	OK	0.51
39	JE-39	4	0.69	3.28	0.85	0.73	1.84	0.97	1.11	1.26	OK	0.37
40	JE-40	3	0.58	2.76	1.29	1.02	0.89	2.24	1.71	1.18	OK	0.50
41	JE-41	3	0.36	1.31	0.68	0.46	1.16	1.00	0.93	0.87	OK	0.29
42	JE-42	4	0.54	0.99	0.77	1.16	1.25	0.86	0.98	1.10	OK	0.28
43	JE-43	3	2.23	2.20	2.12	1.24	3.20	1.87	2.08	2.29	OK	0.65
44	JE-44	4	0.00	1.41	1.00	2.22	1.62	1.28	1.47	0.65	OK	0.36
45	JE-45	4	1.95	4.74	1.98	1.32	0.42	3.15	1.79	1.43	OK	0.55

46	JE-46	2	0.24	0.41	0.62	0.84	0.55	0.51	0.57	0.63	OK	0.24
47	JE-47	3	0.64	2.73	1.32	0.63	0.42	2.42	0.66	0.90	OK	0.39
48	JE-48	2	0.89	0.86	0.45	0.62	0.40	0.77	0.64	0.52	OK	0.33
49	JE-49	2	1.60	4.33	1.80	1.03	0.69	2.71	2.54	1.38	OK	1.03
50	JE-50	3	0.44	0.62	0.72	0.61	2.13	0.36	0.80	1.24	OK	0.28
51	JE-51	2	2.55	2.77	2.28	0.43	0.86	1.72	1.96	1.21	OK	0.66
52	JE-52	6	3.87	5.67	2.93	1.75	1.18	3.08	1.61	2.15	OK	0.44
53	JE-53	3	1.48	3.56	1.74	1.82	1.05	3.16	2.41	1.67	OK	0.64
54	JE-54	3	6.88	1.70	4.44	0.71	2.25	2.59	2.38	2.17	OK	0.71
55	JE-55	3	3.36	2.43	2.68	1.66	1.39	2.66	2.25	1.83	OK	0.75
56	JE-56	4	0.98	2.80	1.49	3.46	2.05	2.49	2.46	2.43	OK	0.59
57	JE-57	4	3.39	4.85	2.70	1.69	1.41	4.36	3.23	2.09	OK	0.81
58	JE-58	4	1.03	2.67	1.51	3.09	1.94	2.40	2.33	2.27	OK	0.58
59	JE-59	4	0.69	1.80	1.35	1.64	1.19	1.72	1.57	1.42	OK	0.38
60	JE-60	4	0.63	2.91	1.32	1.68	2.07	2.32	2.10	1.88	OK	0.57
61	JE-61	3	1.98	4.91	0.99	1.03	1.58	3.62	2.62	1.41	OK	0.90
62	JE-62	3	3.43	5.47	2.71	0.72	1.86	3.61	2.33	2.05	OK	0.99
63	JE-63	3	1.61	2.99	1.80	1.04	0.66	2.79	2.01	1.24	OK	0.70
64	JE-64	5	5.22	1.24	3.61	1.96	1.51	2.21	2.02	2.04	OK	0.44
65	JE-65	3	0.30	2.42	1.15	1.05	1.77	1.91	1.70	1.49	OK	0.55
66	JE-66	4	7.45	1.61	4.73	2.36	2.15	2.82	2.45	2.67	OK	0.61
67	JE-67	4	4.06	0.81	3.03	2.48	3.45	1.34	2.04	2.81	OK	0.57
68	JE-68	3	3.03	4.49	2.51	3.32	3.03	3.88	3.52	3.16	OK	1.04
69	JE-69	4	1.57	3.89	1.79	1.29	2.28	3.11	2.58	2.04	OK	0.63
70	JE-70	4	0.94	1.46	1.47	1.83	2.02	1.25	1.31	1.38	OK	0.41
71	JE-71	3	0.02	2.32	1.01	1.28	1.69	1.82	1.66	1.49	OK	0.51

72	JE-72	4	2.18	2.57	2.09	3.42	1.27	2.73	2.47	2.21	OK	0.67
73	JE-73	4	3.42	1.14	2.71	2.16	2.33	1.63	1.93	2.24	OK	0.54
74	JE-74	5	1.25	1.32	1.63	1.44	1.18	1.48	1.42	1.36	OK	0.31
75	JE-75	4	1.80	1.81	1.90	1.07	1.09	1.92	1.62	1.32	OK	0.41
76	JE-76	5	0.79	3.12	0.40	1.80	2.67	1.99	1.99	2.00	OK	0.42
77	JE-77	4	1.33	1.40	0.67	0.38	0.53	1.18	0.89	0.60	OK	0.23
78	JE-78	4	0.32	1.04	1.16	2.02	2.81	0.84	1.45	2.06	OK	0.42
79	JE-79	3	1.36	1.43	0.68	1.58	1.40	1.15	1.23	1.31	OK	0.38
80	JE-80	4	0.57	2.24	1.29	1.65	2.30	1.79	1.84	1.89	OK	0.42
Generación per cápita domiciliaria del estrato											0.53	

Nota: El peso de los residuos sólidos del primer domingo (Día 0) se registran, pero no se utilizan para el cálculo.

(1) Generación per cápita para cada vivienda:
$$GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$$

Zona B - Domiciliarios

N° de vivienda	Código	N° de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos	Generación per cápita ¹
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		Kg/persona/día
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		
1	SM-01	4	0.85	0.90	1.20	0.00	3.20	2.70	2.10	2.00	OK	0.43
2	SM-02	5	2.70	0.60	1.00	3.20	2.10	2.30	2.90	3.55	OK	0.45
3	SM-03	6	1.25	5.00	3.70	1.30	4.00	1.30	4.60	0.60	OK	0.49
4	SM-04	6	0.90	2.20	2.80	3.10	3.40	1.60	0.40	1.20	OK	0.35

5	SM-05	3	2.00	1.20	0.80	0.90	1.30	1.00	1.20	1.50	OK	0.38
6	SM-06	5	2.80	1.50	1.40	2.70	0.80	2.50	0.90	1.50	OK	0.32
7	SM-07	3	1.20	2.00	1.50	1.30	1.00	0.45	1.40	1.30	OK	0.43
8	SM-08	5	2.00	2.40	2.30	1.80	2.10	2.40	3.10	0.30	OK	0.41
9	SM-09	6	2.00	4.00	3.10	2.70	2.60	2.80	2.70	1.30	OK	0.46
10	PA-01	5	1.70	1.30	0.60	0.50	1.60	2.50	0.60	1.60	OK	0.25
11	PA-02	6	4.10	2.70	1.20	3.70	5.20	4.80	4.70	3.00	OK	0.60
12	PA-03	3	1.20	2.00	1.40	1.00	1.70	0.00	2.10	1.60	OK	0.47
13	PA-04	7	5.00	6.20	3.70	1.80	2.80	0.90	1.40	3.25	OK	0.41
14	PA-05	5	4.00	1.00	2.20	2.60	2.50	2.70	2.90	4.10	OK	0.51
15	PA-06	6	5.40	4.20	2.60	3.10	3.00	2.00	2.90	3.10	OK	0.50
16	PA-07	5	3.00	2.80	2.70	2.60	2.50	1.30	2.50	2.40	OK	0.48
17	PA-08	8	1.50	1.10	0.70	0.80	2.10	1.40	0.90	0.70	OK	0.14
18	PA-09	4	2.95	1.50	2.15	1.50	3.20	1.90	1.10	1.60	OK	0.46
19	BA-01	3	1.75	3.40	1.50	1.30	1.20	0.90	1.30	1.65	OK	0.54
20	BA-02	4	3.00	2.60	2.40	1.60	0.10	4.20	0.10	2.10	OK	0.47
21	BA-03	2	1.30	0.30	0.50	0.60	2.50	1.30	1.00	0.95	OK	0.51
22	BA-04	5	0.50	1.40	2.10	3.20	2.90	0.20	3.50	1.00	OK	0.41
23	BA-05	5	0.00	3.30	2.30	3.30	1.65	2.60	1.30	2.00	OK	0.47
24	BA-06	3	0.50	2.00	0.80	1.20	1.20	0.00	1.20	1.60	OK	0.38
25	SH-01	2	2.00	0.60	0.90	0.70	0.50	0.80	0.70	0.90	OK	0.36
26	SH-02	4	3.80	2.50	1.90	1.00	1.30	2.00	1.20	1.00	OK	0.39
27	SH-03	2	1.00	0.90	0.80	1.10	1.30	0.70	1.00	0.60	OK	0.46
28	SH-04	2	1.30	0.80	0.70	0.90	1.00	0.90	0.80	0.90	OK	0.43
29	SH-05	4	2.00	1.50	1.80	0.50	2.30	1.90	0.80	0.40	OK	0.33
30	SH-06	2	1.50	0.90	0.80	1.10	0.50	0.70	0.00	0.90	OK	0.35
31	SH-07	2	1.00	0.40	1.50	0.60	1.00	1.30	1.00	0.80	OK	0.47

32	SH-08	3	1.00	1.70	1.00	1.00	2.30	1.50	2.40	2.00	OK	0.57
33	SH-09	2	1.10	1.80	1.20	2.00	0.80	0.90	1.30	0.90	OK	0.64
34	SH-10	4	3.00	1.90	1.50	0.90	1.20	1.70	2.00	1.70	OK	0.39
Generación per cápita domiciliaria del estrato												0.16

Nota: El peso de los residuos sólidos del primer domingo (Día 0) se registran, pero no se utilizan para el cálculo.

1) Generación per cápita para cada vivienda:
$$GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$$

$$GPC = \frac{0.53 + 0.16}{2} = 0.345$$

Una vez obtenido el GPC se pasa a proyectar dicho valor teniendo en cuenta que cada año tiene un aumento de 1%

$$GPC_0 = 0.348 \frac{Kg}{Hab.*día}$$

$$GPC_1 = GPC_0 * 1.01 = 0.348 * 1.01 = 0.352 \frac{Kg}{Hab.* día}$$

$$GPC_{15} = GPC_{14} * 1.01 = 0.401 * 1.01 = 0.405 \frac{Kg}{Hab.* día}$$

GPC domiciliario proyectado para los 15 años de vida útil del proyecto.

N°	AÑO	PROYECCIÓN GPC Kg/hab.*día
0	2019	0.345
1	2020	0.348
2	2021	0.352
3	2022	0.355
4	2023	0.359
5	2024	0.363
6	2025	0.366
7	2026	0.370
8	2027	0.374
9	2028	0.377
10	2029	0.381
11	2030	0.385
12	2031	0.389
13	2032	0.393
14	2033	0.397
15	2034	0.401

Fuente: Elaboración propia

Jepelacio cuenta con 96 establecimientos no domiciliarios; según Resolución Ministerial N°457-2018-MINAM, especifica si hay más de 50 hasta 100 establecimientos, se toma una muestra de 60. A continuación se presenta el formato para analizar la GPC diseñado por la Guía para la caracterización de Residuos Sólidos (Anexo 10).

Residuos Comerciales, Japelacio – No Domiciliarios

N°	Código	Días que labora en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	JE-03	7	2.00	0.60	1.30	1.20	0.70	2.00	1.30	1.70	OK	1.26	1.26	28	
2	JE-04	7	2.20	0.30	0.90	0.90	0.50	0.10	0.30	1.00	OK	0.57	0.57		
3	JE-05	7	0.80	1.20	0.15	0.30	1.30	0.20	0.30	0.70	OK	0.59	0.59		
4	JE-06	7	3.00	0.00	2.00	1.70	2.20	2.50	1.90	2.80	OK	1.87	1.87		
5	JE-07	7	0.90	1.30	1.15	2.15	1.70	2.30	1.40	0.80	OK	1.54	1.54		
6	JE-08	7	4.00	3.60	3.20	2.70	2.70	2.10	3.00	1.80	OK	2.73	2.73		
7	JE-09	7	1.40	1.50	2.70	3.90	4.50	3.00	5.20	6.00	OK	3.83	3.83		
8	JE-10	7	3.00	3.00	2.10	2.50	2.60	3.70	1.90	3.10	OK	2.70	2.70		
9	JE-11	7	2.60	2.00	0.90	1.00	3.00	2.90	2.70	2.50	OK	2.14	2.14		
10	JE-12	7	1.50	1.20	3.40	2.90	2.20	4.50	4.00	2.55	OK	2.96	2.96		
11	JE-13	7	1.80	0.70	0.80	0.50	1.10	0.00	0.85	1.45	OK	0.77	0.77		
12	JE-14	7	2.50	1.60	1.50	1.20	1.10	0.90	0.70	0.75	OK	1.11	1.11		
13	JE-15	7	0.90	2.10	1.40	2.20	1.80	2.10	2.70	2.30	OK	2.09	2.09		
14	JE-16	7	0.80	1.00	6.00	1.50	2.00	2.70	1.40	2.10	OK	2.39	2.39		
15	JE-17	7	2.80	3.60	2.50	0.70	1.60	2.10	1.20	1.10	OK	1.83	1.83		
16	JE-18	7	1.40	0.80	0.10	0.90	1.40	0.20	0.40	0.85	OK	0.66	0.66		
17	JE-19	7	1.80	2.20	1.15	1.30	2.30	1.20	1.30	1.70	OK	1.59	1.59		
18	JE-20	7	4.00	1.00	3.00	2.70	3.20	3.50	2.90	3.80	OK	2.87	2.87		
19	JE-21	7	1.90	2.30	2.15	3.15	2.70	3.30	2.40	1.80	OK	2.54	2.54		
20	JE-22	7	5.00	4.60	4.20	3.70	3.70	3.10	4.00	2.80	OK	3.73	3.73		
21	JE-23	7	2.40	2.50	3.70	4.90	5.50	4.00	6.20	7.00	OK	4.83	4.83		
22	JE-24	7	4.00	4.00	3.10	3.50	3.60	4.70	2.90	4.10	OK	3.70	3.70		

23	JE-25	7	3.60	3.00	1.90	2.00	4.00	3.90	3.70	3.50	OK	3.14	3.14		
24	JE-26	7	2.50	2.20	4.40	3.90	3.20	5.50	5.00	3.55	OK	3.96	3.96		
25	JE-27	7	2.80	1.70	1.80	1.50	2.10	1.00	1.85	2.45	OK	1.77	1.77		
26	JE-28	7	3.50	2.60	2.50	2.20	2.10	1.90	1.70	1.75	OK	2.11	2.11		
27	JE-29	7	1.90	3.10	2.40	3.20	2.80	3.10	3.70	3.30	OK	3.09	3.09		
28	JE-30	7	1.80	2.00	7.00	2.50	3.00	3.70	2.40	3.10	OK	3.39	3.39		
TOTAL													2.35	28	65.76

Fuente: Elaboración propia

Residuos Comerciales, Nuevo San Miguel, Pacaypite, Barranquita y Shucshuyacu – No Domiciliarios

N°	Código	Días que labora en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	SM-02	7	1.30	2.35	2.10	2.10	2.00	0.30	2.00	0.80	OK	1.66	1.66	25	
2	SM-03	7	0.20	2.70	2.30	0.70	0.40	3.70	2.60	3.10	OK	2.21	2.21		
3	SM-04	7	0.30	2.20	1.20	0.90	1.60	3.70	4.50	1.70	OK	2.26	2.26		
4	SM-05	7	0.20	1.40	0.40	0.60	3.60	3.90	2.40	2.80	OK	2.16	2.16		
5	SM-06	7	0.20	0.40	2.30	1.50	1.50	2.30	3.40	0.60	OK	1.71	1.71		
6	SM-07	7	2.70	4.00	4.40	3.10	2.00	5.00	5.60	3.80	OK	3.99	3.99		
7	SM-08	7	4.80	1.40	0.80	0.30	1.20	2.40	2.30	2.00	OK	1.49	1.49		
8	SM-09	7	4.20	3.30	3.20	7.50	7.50	4.90	6.80	3.50	OK	5.24	5.24		
9	PA-03	7	1.70	2.00	2.40	3.00	3.20	1.90	2.50	2.10	OK	2.44	2.44		
10	PA-04	7	1.80	2.30	3.50	1.60	2.00	2.90	2.50	1.00	OK	2.26	2.26		
11	PA-05	7	2.90	2.30	2.80	1.10	2.10	4.80	4.00	3.00	OK	2.87	2.87		
12	PA-06	7	1.60	2.00	1.90	3.00	6.10	4.00	3.10	1.60	OK	3.10	3.10		
13	BA-02	7	1.20	2.30	1.10	2.10	2.40	0.50	1.30	2.30	OK	1.71	1.71		
14	SH-02	7	0.20	2.10	1.00	0.90	0.60	0.10	0.80	4.80	OK	1.47	1.47		

15	SH-03	7	1.00	1.80	2.00	1.80	2.00	0.10	0.20	2.10	OK	1.43	1.43		
16	SH-04	7	2.40	1.90	2.30	2.90	0.60	0.90	1.60	1.60	OK	1.69	1.69		
17	SH-05	7	0.70	0.90	2.50	1.00	4.00	2.60	1.70	7.60	OK	2.90	2.90		
18	SH-06	7	0.90	0.60	0.30	0.90	0.70	0.10	0.80	1.00	OK	0.63	0.63		
19	SH-07	7	8.00	0.70	3.60	0.10	1.10	1.40	1.80	0.15	OK	1.26	1.26		
20	SH-08	7	0.50	1.20	2.40	1.90	2.60	2.40	2.70	3.00	OK	2.31	2.31		
21	SH-09	7	1.90	1.20	1.50	0.70	1.10	1.50	1.60	2.00	OK	1.37	1.37		
22	SH-10	7	1.10	1.00	0.70	1.20	2.00	0.50	0.90	2.00	OK	1.19	1.19		
23	SH-11	7	0.80	1.50	0.10	0.40	0.30	1.00	3.20	0.65	OK	1.02	1.02		
24	SH-12	7	2.50	1.20	0.90	0.80	1.60	1.00	1.80	1.80	OK	1.30	1.30		
25	SH-13	7	3.00	4.90	0.00	2.00	2.90	3.00	2.70	3.10	OK	2.66	2.66		
TOTAL														25	52.34

Fuente: Elaboración propia

Residuos de Instituciones educativas, Jepelacio y Pacaypite,– No Domiciliarios

N°	Cód.	Días laborados por semana	N° total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Prom. (kg/persona/día)	Prom. corregido (Kg/persona/día)	Total de generadores (alumnos, profesores y personal administrativo)	Generación total (Kg/persona/día)
1	JE-01	5	433	5.00	4.70	4.00	2.70	2.60	6.50	4.60	5.80	OK	0.01	0.01	2	
2	PA-01	5	311	1.00	1.40	2.10	3.40	0.40	1.10	5.00	2.50	OK	0.01	0.01		
TOTAL														0.01	2	0.01

Fuente: Elaboración propia

Residuos del mercado – No Comerciales

N°	Código	Días que labora en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	JE-02	6	2.00	1.40	2.80	2.90	2.40	3.10	2.70	3.00	OK	2.61	2.24	5	
2	SM-01	6	3.20	2.50	2.00	2.40	3.00	2.30	1.30	3.60	OK	2.44	2.09		
3	PA-02	6	2.70	1.10	0.90	0.80	0.70	2.00	0.40	1.20	OK	1.01	0.87		
4	BA-01	6	3.10	2.30	1.20	1.50	3.00	0.90	2.90	2.80	OK	2.09	1.79		
5	SH-01	6	4.00	3.00	0.50	1.80	2.00	0.80	0.40	2.20	OK	1.53	1.31		
TOTAL													1.66	5	8.30

Fuente: Elaboración propia

$$GPC = \frac{2.35 + 2.09 + 0.01 + 1.66}{4} = 1.528$$

$$GPC_0 = 1.543 \frac{Kg}{Establecimiento * día}$$

$$GPC_1 = GPC_0 * 1.01 = 1.543 * 1.01 = 1.559 \frac{Kg}{Establecimiento * día}$$

$$GPC_{15} = GPC_{14} * 1.01 = 1.774 * 1.01 = 1.792 \frac{Kg}{Establecimiento * día}$$

GPC no domiciliario proyectado para los 15 años de vida útil del proyecto.

N°	AÑO	Proyección GPC Kg/Establecimiento*día
0	2019	1.528
1	2020	1.543
2	2021	1.559
3	2022	1.574
4	2023	1.590
5	2024	1.606
6	2025	1.622
7	2026	1.638
8	2027	1.655
9	2028	1.671
10	2029	1.688
11	2030	1.705
12	2031	1.722
13	2032	1.739
14	2033	1.756
15	2034	1.774

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Memoria de cálculos para el “Diseño de un Relleno Sanitario Manual del distrito de Jepelacio, región San Martín”

A. Proyección de población y residuos sólidos

N°	Año	Población (hab.)	GPC (dom.) (kg/hab-día)	Establ.	GPC (no dom.) (kg/establ-día)	Calculo y proyección de residuos sólidos							
						Residuos sólidos domiciliarios			Residuos sólidos no domiciliarios			Generación municipal	
						Kg/día	Tn/día	Tn/año	Kg/día	Tn/día	Tn/año	Tn/día	Tn/año
0	2019	15745	0.345	130	1.528	5432.025	5.432	1982.689	198.640	0.199	72.504	5.631	2055.193
1	2020	16095	0.348	130	1.543	5601.060	5.601	2044.387	200.626	0.201	73.229	5.802	2117.616
2	2021	16445	0.352	130	1.559	5788.640	5.789	2112.854	202.633	0.203	73.961	5.991	2186.815
3	2022	16795	0.355	130	1.574	5962.225	5.962	2176.212	204.659	0.205	74.701	6.167	2250.913
4	2023	17145	0.359	130	1.590	6155.055	6.155	2246.595	206.706	0.207	75.448	6.362	2322.043
5	2024	17495	0.363	130	1.606	6350.685	6.351	2318.000	208.773	0.209	76.202	6.559	2394.202
6	2025	17845	0.366	130	1.622	6531.270	6.531	2383.914	210.860	0.211	76.964	6.742	2460.878
7	2026	18195	0.37	130	1.638	6732.150	6.732	2457.235	212.969	0.213	77.734	6.945	2534.968
8	2027	18545	0.374	130	1.655	6935.830	6.936	2531.578	215.099	0.215	78.511	7.151	2610.089
9	2028	18895	0.377	130	1.671	7123.415	7.123	2600.046	217.250	0.217	79.296	7.341	2679.343
10	2029	19245	0.381	130	1.688	7332.345	7.332	2676.306	219.422	0.219	80.089	7.552	2756.395
11	2030	19595	0.385	130	1.705	7544.075	7.544	2753.587	221.616	0.222	80.890	7.766	2834.477
12	2031	19945	0.389	130	1.722	7758.605	7.759	2831.891	223.833	0.224	81.699	7.982	2913.590
13	2032	20295	0.393	130	1.739	7975.935	7.976	2911.216	226.071	0.226	82.516	8.202	2993.732
14	2033	20645	0.397	130	1.756	8196.065	8.196	2991.564	228.332	0.228	83.341	8.424	3074.905
15	2034	20995	0.401	130	1.774	8418.995	8.419	3072.933	230.615	0.231	84.174	8.650	3157.108
Promedio						6864.898	6.865	2505.688	214.256	0.214	78.204	7.079	2583.892

Fuente: Elaboración propia

LEYENDA:

G	=	C*D	H	=	G/1000	I	=	H*365
J	=	E*F	K	=	J/1000	L	=	K*365
M	=	H+K				N	=	M*365

B. Cálculo del porcentaje de materia orgánica y reciclables tanto para residuos domiciliarios y no domiciliarios

A	B	C	D
1	Tipo de residuos	Domiciliarios	No Domiciliarios
2	Residuos sólidos reciclables	75.60%	84.65%
3	Residuos compostificables	17.58%	9.67%
4	Residuos no reaprovechables	6.82%	5.68%
5	TOTAL	100.00%	100.00%
6			
7	TIPO DE RESIDUOS	Domiciliarios	No Domiciliarios
8	Residuos sólidos reciclables	75.60%	84.65%
9	Residuos compostificables	17.58%	9.67%
10	TOTAL	93.18%	94.32%
11	IGUAL	0.932	0.943
12	DATOS A TRABAJAR	0.466	0.472
13			
14	CADA AÑO DISMINUYE	0.25%	
15			
16	FORMULA	$0.9318-(0.9318*0.25)$	$0.9432-(0.9432*0.25)$
17	ENTONCES 1 AÑO	$0.466-(0.466*0.25)$	$0.472-(0.472*0.25)$

E	F	G	H	I
	Nº	AÑO	% DOMICILIARIOS	% NO DOMICILIARIOS
	0	2019	0.4647	0.4704
	1	2020	0.4636	0.4692
	2	2021	0.4624	0.4681
	3	2022	0.4613	0.4669
	4	2023	0.4601	0.4657
	5	2024	0.4590	0.4646
	6	2025	0.4578	0.4634
	7	2026	0.4567	0.4623
	8	2027	0.4555	0.4611
	9	2028	0.4544	0.4599
	10	2029	0.4532	0.4588
	11	2030	0.4521	0.4576
	12	2031	0.4510	0.4565
	13	2032	0.4499	0.4554
	14	2033	0.4487	0.4542
	15	2034	0.4476	0.4531

Fuente: Elaboración propia

LEYENDA:

C5	=	C2+C3+C4	H2	=	C12-C12*C14
D5	=	D2+D3+D4	H3	=	H2-H2*C14
C10	=	C8+C9	H16	=	H15-H15*C14
D10	=	D8+D9	H17	=	H16-H16*C14
C11	=	$C10*100/100$	I2	=	$D12-D12*C14$
D11	=	$D10*100/100$	I3	=	$I2-I2*C14$
C12	=	$C11*50/100$	I16	=	$I15-I15*C14$
D12	=	$D11*50/100$	I17	=	$I16-I16*C14$

C. Cálculo del total a residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario manual

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	N°	Año	Población (hab.)	Cantidad total de residuos sólidos a disponer											
				Residuos sólidos domiciliarios					Residuos sólidos no domiciliarios					Generación Municipal	
				Kg/día	Tn/año	% de residuos (M.O - Reciclables)	Residuos (M.O - Reciclables) Kg/día	Residuos a disponer (Kg/día)	Kg/día	Tn/año	% de residuos (M.O - Reciclables)	Residuos (M.O - Reciclables) Kg/día	Residuos a disponer (Kg/día)	Kg/día	Tn/día
2	0	2019	15745	5432.025	1982.689	0.465	2524.453	2907.572	198.640	72.504	0.470	93.444	105.196	3012.767	3.013
3	1	2020	16095	5601.060	2044.387	0.464	2596.502	3004.558	200.626	73.229	0.469	94.143	106.483	3111.041	3.111
4	2	2021	16445	5788.640	2112.854	0.462	2676.751	3111.889	202.633	73.961	0.468	94.847	107.786	3219.675	3.220
5	3	2022	16795	5962.225	2176.212	0.461	2750.127	3212.098	204.659	74.701	0.467	95.556	109.103	3321.202	3.321
6	4	2023	17145	6155.055	2246.595	0.460	2831.973	3323.082	206.706	75.448	0.466	96.270	110.436	3433.517	3.434
7	5	2024	17495	6350.685	2318.000	0.459	2914.679	3436.006	208.773	76.202	0.465	96.990	111.783	3547.789	3.548
8	6	2025	17845	6531.270	2383.914	0.458	2990.065	3541.205	210.860	76.964	0.463	97.715	113.146	3654.351	3.654
9	7	2026	18195	6732.150	2457.235	0.457	3074.325	3657.825	212.969	77.734	0.462	98.445	114.524	3772.349	3.772
10	8	2027	18545	6935.830	2531.578	0.456	3159.419	3776.411	215.099	78.511	0.461	99.181	115.918	3892.328	3.892
11	9	2028	18895	7123.415	2600.046	0.454	3236.756	3886.659	217.250	79.296	0.460	99.922	117.327	4003.986	4.004
12	10	2029	19245	7332.345	2676.306	0.453	3323.361	4008.984	219.422	80.089	0.459	100.669	118.753	4127.737	4.128
13	11	2030	19595	7544.075	2753.587	0.452	3410.779	4133.296	221.616	80.890	0.458	101.422	120.195	4253.491	4.253
14	12	2031	19945	7758.605	2831.891	0.451	3499.001	4259.604	223.833	81.699	0.457	102.180	121.653	4381.256	4.381
15	13	2032	20295	7975.935	2911.216	0.450	3588.021	4387.914	226.071	82.516	0.455	102.944	123.127	4511.041	4.511
16	14	2033	20645	8196.065	2991.564	0.449	3677.830	4518.235	228.332	83.341	0.454	103.713	124.619	4642.853	4.643
17	15	2034	20995	8418.995	3072.933	0.448	3768.421	4650.574	230.615	84.174	0.453	104.488	126.127	4776.700	4.777

Fuente: Elaboración propia

LEYENDA:

F	=	E2*365/1000	K	=	J2*365/1000	O	=	I2+N2
H	=	E2*G2	M	=	J2*L2	P	=	O2/1000
I	=	E2-H2	N	=	J2-M2			

D. Tabla del cálculo de todos los aspectos del relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL DISTRITO DE JEPELACIO - MOYOBAMBA - SAN MARTÍN"

Cuadro N° 01: Cálculo del Volumen y Área Requerida Total para el Relleno Sanitario Manual

Año	Población (hab.)	GPC (dom.) (kg/hab-día)	Cantidad total de residuos sólidos								Cantidad de residuos sólidos a disponer								Volumen (m ³)						Área (m ²)			
			Residuos sólidos domiciliarios				Residuos sólidos no domiciliarios				Generación R.S.D. (kg/hab-día)	Generación R.S.D. (T/año)	Generación R.S.N.D. (T/año)	Generación R.S.N.D. (otros) (T/año)	Total R.S.M (Kg/día)	Total a disponer (90%)	Acumulado (ton)	Residuos compactados		Residuos estabilizados		Material de cobertura		Relleno sanitario		Relleno AR	Relleno AT	
			Generación R.S.D. (kg/día)	Generación R.S.D. (T/año)	Acumulado (T)	% de residuos (M.O.-Reciclables)	Generación R.S.N.D. (kg/día)	Generación R.S.N.D. (T/año)	Acumulado (T)	% de residuos (M.O.-Reciclables)								Diaria (m ³)	Anual (m ³)	Diario (m ³)	Anual (m ³)	Diaria (m ³)	Anual (m ³)	RS+MC (m ³)	Acumulado (m ³)			
0	2020	16,095	0.3450	5,552.775	2,026.763	2,026.763	0.465	200.626	73.229	73.229	0.470	2972.205	1084.855	105.196	38.396	3077.400	2769.660	1010.926	5.539	2021.852	4.616	1684.877	1.108	404.370	2426.222	46831.881	15610.627	21854.87787
1	2021	16,445	0.348	5,730.260	2,091.545	4,118.308	0.464	202.633	73.961	147.190	0.469	3073.864	1121.960	106.483	38.866	3180.347	2862.313	1413.732	5.725	2089.488	4.771	1741.240	1.145	417.898	2507.386			
2	2022	16,795	0.352	5,910.740	2,157.420	6,275.728	0.462	204.659	74.701	221.890	0.468	3177.528	1159.798	107.786	39.342	3285.314	2936.783	1595.238	5.914	2158.451	4.928	1798.710	1.183	431.690	2590.142			
3	2023	17,145	0.355	6,094.256	2,224.404	8,500.131	0.461	206.706	75.448	297.338	0.467	3283.229	1198.379	109.103	39.823	3392.332	3053.009	1696.643	6.106	2228.762	5.088	1857.302	1.221	445.752	2674.515			
4	2024	17,495	0.359	6,280.852	2,292.511	10,792.642	0.460	208.773	76.202	373.540	0.466	3390.999	1237.714	110.436	40.309	3501.434	3131.291	1769.496	6.303	2300.442	5.252	1917.035	1.261	460.088	2760.531			
5	2025	17,845	0.363	6,470.570	2,361.758	13,154.400	0.459	210.860	76.964	450.504	0.465	3500.869	1277.817	111.783	40.801	3612.652	3251.387	1832.622	6.503	2373.513	5.419	1977.927	1.301	474.703	2848.215			
6	2026	18,195	0.366	6,663.454	2,432.161	15,586.561	0.458	212.969	77.734	528.237	0.463	3612.874	1318.699	113.146	41.298	3726.020	3353.418	1892.905	6.707	2447.995	5.589	2039.996	1.341	489.399	2937.394			
7	2027	18,545	0.370	6,859.549	2,503.735	18,090.296	0.457	215.099	78.511	606.748	0.462	3727.046	1360.372	114.524	41.801	3841.570	3437.413	1952.866	6.915	2523.911	5.762	2103.259	1.383	504.782	3028.694			
8	2028	18,895	0.374	7,058.899	2,576.498	20,666.794	0.456	217.250	79.296	686.044	0.461	3843.419	1402.848	115.918	42.310	3959.337	3563.403	2013.438	7.127	2601.284	5.939	2167.737	1.425	520.257	3121.541			
9	2029	19,245	0.377	7,261.551	2,650.466	23,317.260	0.454	219.422	80.089	766.134	0.460	3962.028	1446.140	117.327	42.823	4079.355	3671.420	2074.973	7.343	2680.137	6.119	2233.447	1.469	536.027	3216.164			
10	2030	19,595	0.381	7,467.549	2,725.636	26,042.916	0.453	221.616	80.890	847.024	0.459	4082.907	1490.261	118.753	43.345	4201.660	3781.494	2137.611	7.563	2760.491	6.302	2300.409	1.513	552.098	3312.589			
11	2031	19,945	0.385	7,676.942	2,802.084	28,843.000	0.452	223.833	81.699	928.722	0.458	4206.092	1535.224	120.195	43.871	4326.287	3893.658	2201.413	7.787	2842.370	6.489	2368.642	1.557	568.474	3410.845			
12	2032	20,295	0.389	7,889.775	2,879.768	31,724.768	0.451	226.071	82.516	1,011.238	0.457	4256.917	1583.775	121.653	44.403	4378.570	3940.713	2241.876	7.881	2876.720	6.568	2397.267	1.576	575.344	3452.064			
13	2033	20,645	0.393	8,106.098	2,958.726	34,683.493	0.450	228.332	83.341	1,094.579	0.455	4383.919	1600.130	123.127	44.941	4501.046	4056.342	2298.849	8.113	2961.129	6.761	2467.608	1.623	592.226	3533.555			
14	2034	20,995	0.397	8,325.958	3,038.975	37,722.468	0.449	230.615	84.174	1,178.754	0.454	4513.325	1647.364	124.619	45.486	4637.944	4174.149	2362.645	8.348	3047.129	6.957	2539.274	1.670	609.426	3636.555			
15	2035	21,345	0.401	8,549.404	3,120.533	40,843.001	0.448	232.921	85.016	1,263.770	0.453	4645.173	1695.488	126.127	46.036	4771.299	4294.169	2429.737	8.588	3134.744	7.157	2612.286	1.718	626.949	3701.692			

Consideraciones:

- Tasa de crecimiento (generación RRSS): 1.0 %
- Densidad (RRSS recién compactados): 500.00 kg m⁻³
- Densidad (RRSS estabilizados): 600.00 kg m⁻³
- Volumen (Mat. cobertura): 20% de los residuos compactados
- * Cobertura efectiva del servicio: 90 %
- Factor de aumento: 40 %

Legenda:

- G.P.C.: Generación per-capita
- R.S.D.: Residuos Sólidos Domiciliarios
- R.S.N.D.: Residuos Sólidos No Domiciliarios
- M.C.: Material de Cobertura

Datos promedio de los 15 años			
Volumen Kg/día residuos sólidos a disponer	3564.0701	Considerando una eficiencia del 90% de disposición	3564
Volumen zanja (m ³)	(3564*90*0.2)/500	Volumen diario zanja	769.839/90
Ancho (m)	6		8.55376825
Profundidad (m)	3		
Largo (m)	769.839/(6*3)	Aproximadamente (m)	43
Tiempo de Vida útil de la zanja	30-90 días	Valor usado	90 días

Tiempo de maquinaria por zanja			
Eficiencia (m ³ /h)	12		
Horas trabajadas	8		
Tiempo de excavación (días)	770/(17*8)	8.0192	8

Caudal de los lixiviados	
Factor k	0.4
Segundos por año	31536000
mm precipitación mensual	108.33
Área superficial	15610.027
Q lixiviados	0.0214469
	37 l/seg
	2.14489E-05 m ³ /seg
seg/mes	262800
	56.367807 m ³ /mes
	676.41369 m ³ anual

Vida útil del Relleno Sanitario	
Días por año	365
Vida útil de la zanja (día)	90
Cantidad de zanjas	61
Vida útil	(61*90)/365
Vida útil años	15

Cantidad de zanjas o trincheras	
Área total	21854.8779
Área trinchera (m ²)	6*43
Factor de áreas adicionales	40%
N° Trincheras	21854.8779/(257*1.4)
N° Trincheras	60.8333 61 trincheras o zanjas

Área requerida		
AT	21854.878	m ²
AREA COMPOSTERAS	2208.367	m ²
AREA RECICLADORA	82.500	m ²
	24145.745	m ²
Total	2.415	Ha

E. Composición Física

Residuos domiciliarios - Jepelacio

Tipo de residuo sólido	Composición							TOTAL	Composición porcentual
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
1. Residuos aprovechables	169.00	167.01	174.10	158.78	168.78	165.79	150.97	1154.42	93.18%
1.1. Residuos Orgánicos	137.12	131.36	146.64	120.79	141.24	136.65	122.81	936.61	75.60%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	59.75	59.26	84.60	44.34	56.89	46.89	43.88	395.61	31.93%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	2.34	3.50	1.00	1.25	2.60	4.00	3.25	17.94	1.45%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	75.03	68.60	61.04	75.20	81.75	85.76	75.68	523.06	42.22%
1.2. Residuos Inorgánicos	31.88	35.65	27.46	37.99	27.54	29.14	28.16	217.81	17.58%
1.2.1. Papel	4.50	3.60	2.70	5.60	2.10	3.00	2.60	24.10	1.95%
Blanco	2.00	1.24	0.71	0.50	0.50	0.90	1.90	7.75	0.63%
Periódico	0.60	0.56	1.30	2.10	1.00	1.50	0.30	7.36	0.59%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	1.90	1.80	0.69	3.00	0.60	0.60	0.40	8.99	0.73%
1.2.2. Cartón	2.56	3.67	2.60	4.10	2.40	3.70	2.30	21.33	1.72%
Blanco (liso y cartulina)	1.36	1.07	0.36	0.56	1.56	1.50	1.59	8.00	0.65%
Marrón (Corrugado)	0.20	0.60	1.40	1.63	0.61	0.30	0.45	5.19	0.42%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.00	2.00	0.84	1.91	0.23	1.90	0.26	8.14	0.66%
1.2.3. Vidrio	3.50	4.67	1.50	3.00	2.35	0.90	3.50	19.42	1.57%
Transparente	2.30	2.89	1.21	1.41	1.69	0.90	0.90	11.30	0.91%

Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Verde	1.20	1.78	0.29	1.59	0.66	0.00	2.60	8.12	8.12	0.66%
Otros (vidrio de ventana)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.4. Plástico	9.96	8.90	9.93	9.96	9.23	8.57	9.12	65.67	65.67	5.30%
PET (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	6.46	6.50	6.23	5.46	5.34	6.23	5.67	41.89	41.89	3.38%
PEAD (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	3.50	2.40	3.70	4.50	3.89	2.34	3.45	23.78	23.78	1.92%
PEBD (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PP (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PS (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PVC (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.6. Metales	5.60	8.90	6.78	8.36	6.56	7.44	6.34	49.98	49.98	4.03%
Latas (latas de leche, atún, entre otros)	2.91	5.31	4.22	4.96	4.90	5.40	4.85	32.55	32.55	2.63%
Metales Ferrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Aluminio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Otros Metales	2.69	3.59	2.56	3.40	1.66	2.04	1.49	17.43	17.43	1.41%
1.2.7. Textiles (telas)	4.56	3.46	2.45	3.40	2.34	4.30	2.60	23.11	23.11	1.86%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	1.20	2.45	1.50	3.57	2.56	1.23	1.70	14.21	14.21	1.15%
2. Residuos no reaprovechables	10.54	9.76	13.45	14.95	12.15	12.45	11.25	84.55	84.55	6.82%

Bolsas plásticas de un solo uso	0.63	0.63	0.48	1.45	0.80	0.71	0.84	5.54	0.45%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	2.15	2.30	3.70	1.85	4.70	3.10	3.90	21.70	1.75%
Pilas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Tecnopor (poliestireno expandido)	1.20	0.00	2.00	4.00	0.70	2.10	1.60	11.60	0.94%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	4.50	3.56	5.70	4.90	3.45	2.45	2.56	27.12	2.19%
Restos de medicamentos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.26	0.47	0.57	0.15	0.00	0.59	0.15	2.19	0.18%
Otros residuos no categorizados	1.80	2.80	1.00	2.60	2.50	3.50	2.20	16.40	1.32%
TOTAL	179.54	176.77	187.55	173.73	180.93	178.24	162.22	1238.97	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Residuos No domiciliarios - Jepelacio

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
1. Residuos aprovechables	135.49	146.10	116.48	123.63	122.28	134.07	111.37	889.42	94.32%
1.1. Residuos Orgánicos	120.78	129.86	106.94	106.54	109.64	121.65	102.81	798.22	84.65%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	59.75	53.26	44.60	44.34	56.89	56.89	53.88	369.61	39.19%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	6.00	8.00	11.30	7.00	11.00	9.00	3.25	55.55	5.89%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	55.03	68.60	51.04	55.20	41.75	55.76	45.68	373.06	39.56%
1.2. Residuos Inorgánicos	14.71	16.24	9.54	17.09	12.64	12.42	8.56	91.20	9.67%
1.2.1. Papel	1.90	1.80	0.69	3.00	0.60	0.60	0.40	8.99	0.95%
Blanco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Periódico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	1.90	1.80	0.69	3.00	0.60	0.60	0.40	8.99	0.95%
1.2.2. Cartón	1.00	2.00	0.84	1.91	0.23	1.90	0.26	8.14	0.86%
Blanco (liso y cartulina)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Marrón (Corrugado)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.00	2.00	0.84	1.91	0.23	1.90	0.26	8.14	0.86%
1.2.3. Vidrio	2.30	2.89	1.21	1.41	1.69	0.90	0.90	11.30	1.20%
Transparente	2.30	2.89	1.21	1.41	1.69	0.90	0.90	11.30	1.20%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%

Verde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Otros (vidrio de ventana)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.4. Plástico	3.45	2.34	2.40	1.50	3.56	2.40	1.30	16.95	16.95	1.80%
PET (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	3.45	2.34	2.40	1.50	3.56	2.40	1.30	16.95	16.95	1.80%
PEAD (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PEBD (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PP (5) (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PS (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
PVC (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.6. Metales	0.30	1.30	0.45	2.30	1.66	1.09	1.40	8.50	8.50	0.90%
Latas (latas de leche, atún, entre otros)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Metales Ferrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Aluminio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Otros Metales	0.30	1.30	0.45	2.30	1.66	1.09	1.40	8.50	8.50	0.90%
1.2.7. Textiles (telas)	4.56	3.46	2.45	3.40	2.34	4.30	2.60	23.11	23.11	2.45%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	1.20	2.45	1.50	3.57	2.56	1.23	1.70	14.21	14.21	1.51%
2. Residuos no reaprovechables	6.33	7.56	6.88	8.98	4.64	10.95	8.25	53.59	53.59	5.68%
Bolsas plásticas de un solo uso	0.63	0.69	0.48	1.45	0.89	0.71	0.84	5.69	5.69	0.60%

Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	1.10	2.30	1.34	1.55	2.10	3.10	1.90	13.39	1.42%
Pilas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Tecnopor (poliestireno expandido)	1.20	0.00	1.89	1.78	0.70	2.10	1.60	9.27	0.98%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	1.34	2.30	1.60	1.45	0.45	2.45	2.56	12.15	1.29%
Restos de medicamentos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.26	0.47	0.57	1.15	0.00	0.59	0.15	3.19	0.34%
Otros residuos no categorizados	1.80	1.80	1.00	1.60	0.50	2.00	1.20	9.90	1.05%
TOTAL	141.82	153.66	123.36	132.61	126.92	145.02	119.62	943.01	100.00%

Fuente: Elaboración propia

F. Cálculo de los residuos aprovechables (Materia Orgánica - Reciclables)

A	B	C	D			E			F			G			H			I		
			Domiciliarios			No Domiciliarios														
1	Nº	Año	Residuos (M.O - Reciclables) Kg/día	Reciclables Kg/día	Compostab Kg/día	Residuos (M.O - Reciclables) Kg/día	Reciclables Kg/día	Compostab Kg/día												
2	0	2019	2524.453	476.281	2048.172	93.444	9.580	83.864												
3	1	2020	2596.502	489.875	2106.628	94.143	9.652	84.491												
4	2	2021	2676.751	505.015	2171.736	94.847	9.724	85.123												
5	3	2022	2750.127	518.858	2231.268	95.556	9.797	85.759												
6	4	2023	2831.973	534.300	2297.673	96.270	9.870	86.400												
7	5	2024	2914.679	549.904	2364.775	96.990	9.944	87.046												
8	6	2025	2990.065	564.127	2425.938	97.715	10.018	87.696												
9	7	2026	3074.325	580.024	2494.301	98.445	10.093	88.352												
10	8	2027	3159.419	596.078	2563.341	99.181	10.168	89.012												
11	9	2028	3236.756	610.669	2626.087	99.922	10.244	89.678												
12	10	2029	3323.361	627.009	2696.352	100.669	10.321	90.348												
13	11	2030	3410.779	643.502	2767.277	101.422	10.398	91.024												
14	12	2031	3499.001	660.146	2838.855	102.180	10.476	91.704												
15	13	2032	3588.021	676.942	2911.080	102.944	10.554	92.389												
16	14	2033	3677.830	693.886	2983.945	103.713	10.633	93.080												
17	15	2034	3768.421	710.977	3057.444	104.488	10.712	93.776												
18	Promedio			597.421	2569.113	Promedio	10.174	89.059												
19	Suma de reciclables			607.594			Suma compostab.	2658.172												

Tipo	Reciclables	Compostab.	Total
Domiciliario	17.58%	75.60%	93.18%
No domiciliario	9.67%	84.65%	94.32%

Tipo	Reciclables	Compostab.	Total
Domiciliario	0.176	0.756	0.932
No domiciliario	0.097	0.847	0.943

TOTAL (Tn/día)	0.608	2.658
----------------	-------	-------

	Reciclables	Compostab.
Prom. (Tn/día)	0.608	2.658

Fuente: Elaboración propia

LEYENDA:

E	=	L7*D2/N7	F	=	M7*D2/N7	H	=	L8*G2/N8	I	=	M8*G2/N8
---	---	----------	---	---	----------	---	---	----------	---	---	----------

G. Cálculos varios

Datos promedio de los 15 años					
Volumen Kg/día residuos sólidos a disponer		3518.95909	Considerando una eficiencia del 90% de disposición		3519
Vol. zanja (m3)	$(3564*90*1.2)/500$	760.095	Volumen diario zanja	$760.095/90$	8.44550181
Ancho (m)	6				
Profundidad (m)	3				
Largo (m)	$760.095/(6*3)$	42.227509	Aproximadamente (m)		42
Tiempo de Vida útil de zanja		30-90 días	Valor usado	90 días	

Cantidad de zanjas o trincheras		
Área total	21578.257	
Área trincheras (m2)	6*42	253
Factor de áreas adicionales		40%
N° Trincheras	$21578.257.8779/(253*1.4)$	
N° Trincheras	60.8333	61 trincheras o zanjas

Vida útil del Relleno Sanitario	
Días por año	365
Vida útil de la zanja (día)	90
Cantidad de zanjas	60
Vida útil	$(61*90)/365$
Vida útil años	15

Tiempo de maquinaria por zanja			
Eficiencia (m3/h)		12	
Horas trabajadas		8	
Tiempo de excavación (días)	$760.095/(12*8)$	7.9177	8

Caudal de los lixiviados		
Factor k		0.4
Segundos por año		31536000
mm precipitación mensual		108.33
Área superficial		15413.041
Q lixiviados		0.021178269 lt/seg
		2.11783E-05 m3/seg
seg/mes	2628000	55.65649105 m3/mes
		667.8778926 m3 anual

AT	21578.257	m2
Área Composteras	2179.80	m2
Área Recicladora	81.43	m2
Total	23839.124	m2
	2.384	Ha

Fuente: Elaboración propia

H. Diseño de recicladora

DISEÑO DE CASSETAS PARA RECICLADOS				FORMULAS
A	DATOS DE DISEÑO	UNIDAD	CANTIDAD	
1	Residuos Inorgánicos Recepcionados Aprovechables	ton/día	0.608	
2	Densidad de los Residuos Inorgánicos	ton/m ³	0.140	
B	DISEÑO DE CASETA RECICLADOS	UNIDAD	CANTIDAD	
5	Volumen de Residuos Inorgánicos Disponibles	m ³ /día	4.34	(1/2)
6	Altura de Recepción de los R.I. Disponibles	m ³ /día	2.00	
7	Área de Recepción	m ²	2.17	(7/8)
8	Tiempo de Almacenamiento	Días	30.00	
9	Área Mínima	m ²	65.14	(7 x 8)
Pre-Dimensionamiento del Módulo				
Considerando un Sección Rectangular				
10	Ancho	M	3.00	
11	Largo	M	21.71	(9/14)
12	Área Mínima Requerida	m ²	65.14	
13	Porcentaje de Espacios Libres	%	25	
14	Área Espacios Libres	m ²	16.29	(16 X 17/100)
Dimensionamiento del Módulo				
15	Área Total = 100% Espacios Libres	%	81.43	(16 + 18)
Por lo tanto				
16	Ancho	M	5.00	
17	Largo	M	16.29	(15/22)
18	Área Total	m ²	81.43	(16 x 17)

Fuente: Elaboración propia

I. Diseño de compostera

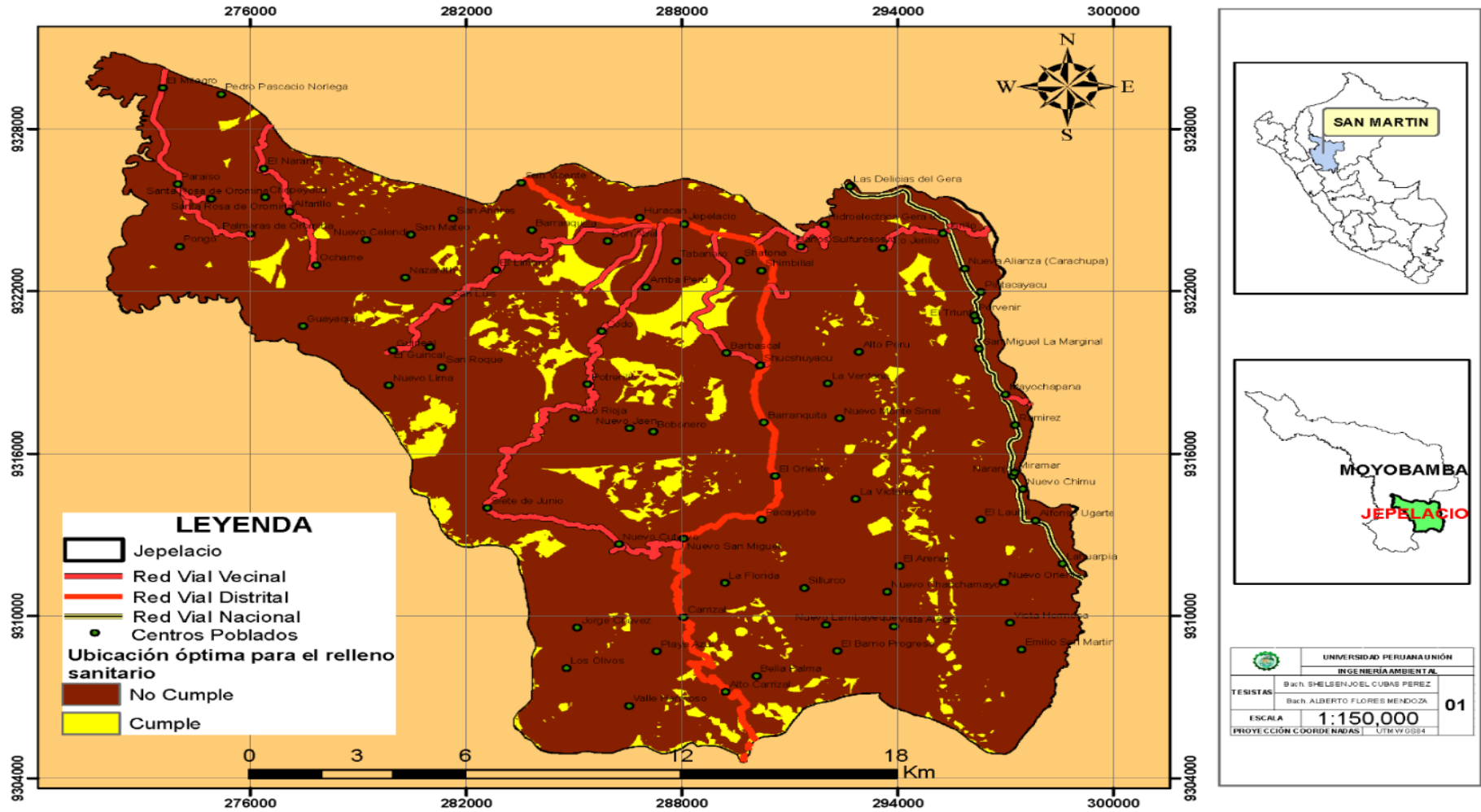
J. Diseño de casetas para composteras				Fórmula
A	Datos de diseño	Unidad	Cantidad	
1	Residuos Org. Recepcionados Aprov.	ton/día	2.658	
2	Densidad de los Residuos Orgánicos	ton/m ³	0.147	
B	DISEÑO DE COMPOSTERAS	Unidad	Cantidad	
5	Volumen de Residuos Orgánicos Aprov.	m ³ /día	18.08	(1/2)
6	Porcentaje del Volumen Neto Aprov.	%	60.00	
7	Volumen Neto Aprovechable	kg/día	1594.80	(5x6x2x1000/100)
8	Volumen de la Materia Orgánica	m ³ /día	10.85	(5 X 6/100)
9	Tiempo de Compostificación	días	90.00	
10	Número de Volteos	adimensional	2.00	
11	Volumen Total en Procesamiento Const.	m ³	1952.82	(8 x 9 x 10)
12	Porcentaje de Materia Neta de Compost	%	60.00	
13	Producción Neta de Compost	kg/día	956.88	(7 x 12/100)
14	Método Propuesto	Compostificación en rumas e hilera, en medio húmedo aeróbico		
15	Húmedad	45% - 55%		
16	pH	neutro		
17	Dimensionamiento:	Método Práctico		
18	Altura de la Ruma	m	1.50	
19	Área Neta Requerida	m ²	1,301.88	(11/18)
	Pre-Dimensionamiento del Módulo			
	Considerando un Sección Rectangular			
20	Ancho	m	3.00	
21	Largo	m	433.96	(19/20)
	Espacios Libres			
22	Largo	m	2.00	
23	Ancho	m	2.00	
	Dimensionamiento del Módulo			
24	Largo	m	435.96	(21 + 22)
25	Ancho	m	5.00	(20 + 23)
26	Área Total	m ²	2,179.80	(24 x 25)
	Por lo tanto			
27	Largo	m	435.96	
28	Ancho	m	5.00	
29	Área Total	m ²	2,179.80	(27 x 28)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Datos de la selección de sitio

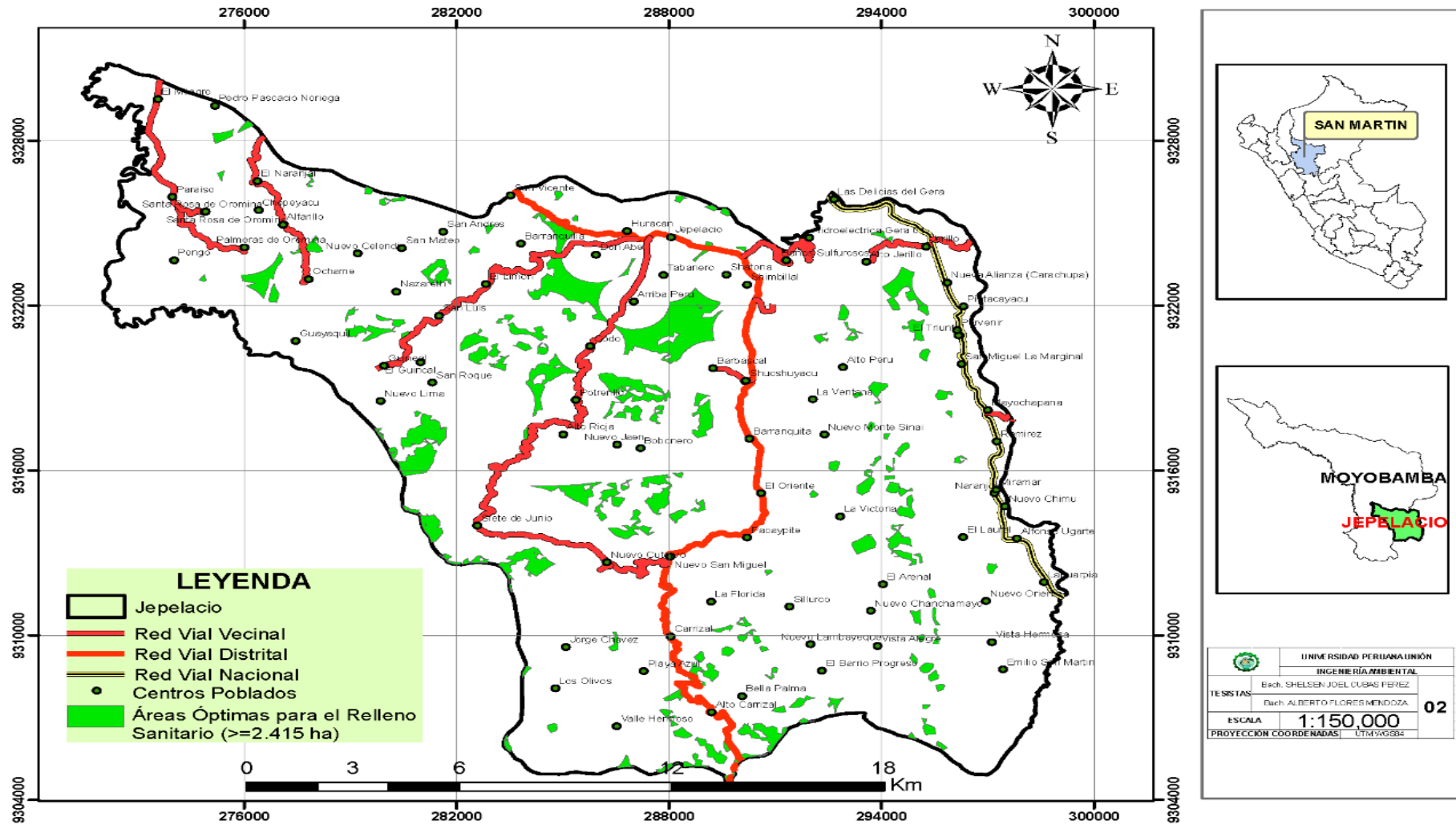
A. Pre resultados para la toma de decisiones

MAPA TÉCNICO CON PRE RESULTADOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO DEL RELLENO SANITARIO



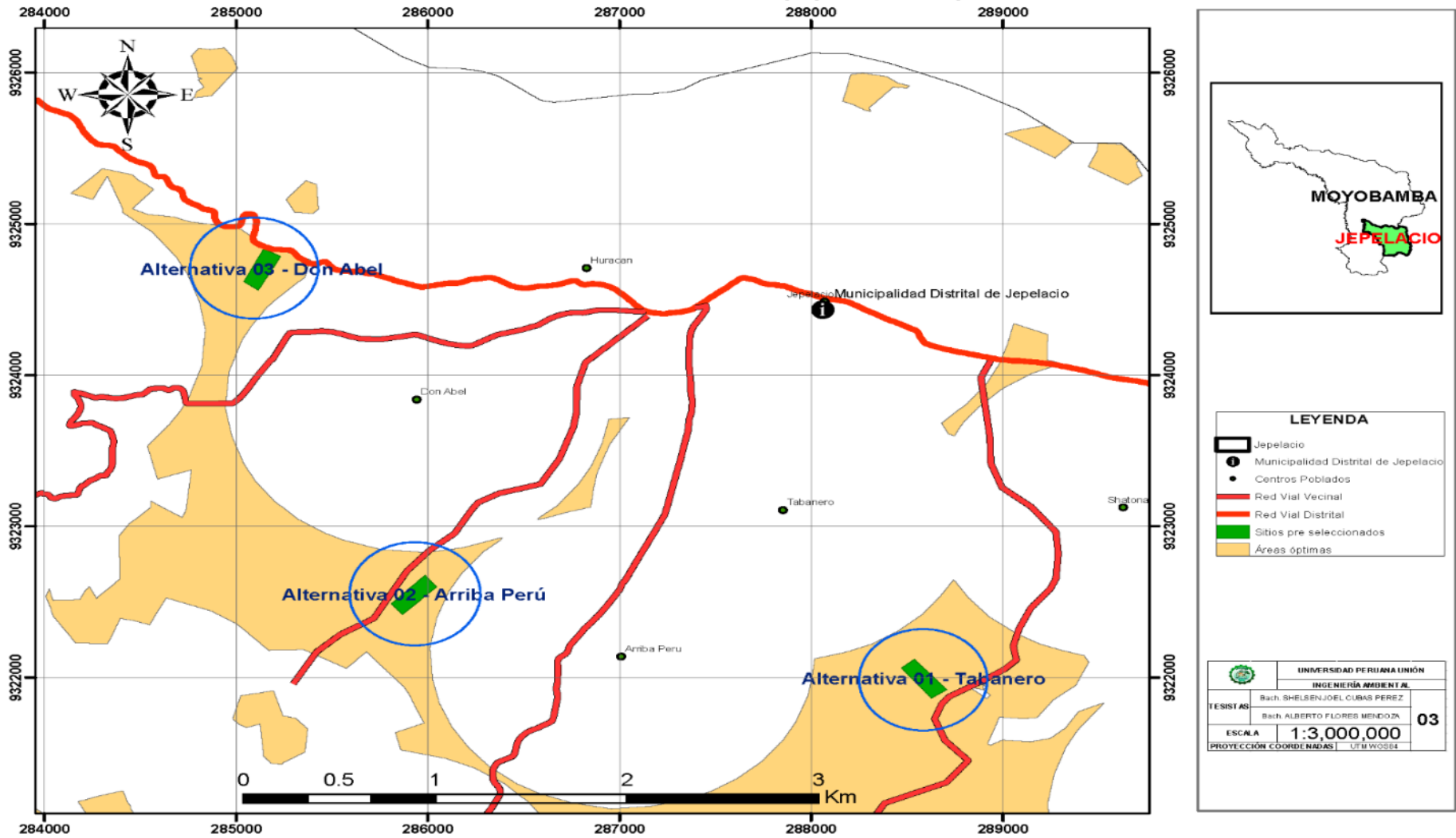
B. Áreas óptimas para la selección de sitio

MAPA CON LAS ÁREAS ÓPTIMAS PARA LA SELECCIÓN DE SITIO DEL RELLENO SANITARIO



C. Selección de Alternativas

ALTERNATIVAS SELECCIONADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO



D. Coordenadas de los sitios seleccionados

- Coordenadas UTM de la alternativa 01

Descripción áreas alternativas	Puntos	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
ÁREA 01 - Tabanero			
Propiedad Privada Área disponible: 591.347 ha Área requerida: 2.4 ha	1	288470	9322063
	2	288506	9322092
	3	288539	9322120
	4	288574	9322077
	5	288615	9322030
	6	288662	9321974
	7	288707	9321919
	8	288668	9321892
	9	288627	9321864
	10	288586	9321916
	11	288546	9321967
	12	288506	9322018

Fuente: Elaboración propia

- Coordenadas UTM de la alternativa 02

Descripción áreas alternativas	Puntos	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
ÁREA 02 - Arriba Perú			
Propiedad Privada Área disponible: 591.347 ha Área requerida: 2.4 ha	1	285985	9322676
	2	286014	9322639
	3	286045	9322600
	4	285993	9322546
	5	285948	9322499
	6	285905	9322454
	7	285868	9322417
	8	285835	9322455
	9	285809	9322486
	10	285835	9322515
	11	285872	9322554
	12	285921	9322607

Fuente: Elaboración propia

- Coordenadas UTM de la alternativa 03

Descripción áreas alternativas	Puntos	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
ÁREA 03 - Don Abel			
Propiedad Privada Área disponible: 591.347 ha Área requerida: 2.4 ha	1	285143	9324835
	2	285186	9324811
	3	285233	9324784
	4	285206	9324733
	5	285179	9324683
	6	285147	9324623
	7	285115	9324562
	8	285073	9324593
	9	285039	9324617
	10	285061	9324663
	11	285089	9324722
	12	285118	9324782

Fuente: Elaboración propia

E. Parámetros de evaluación de las alternativas seleccionadas

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	Puntaje máx.	Importancia del indicador	Puntaje máx. ponderado
1.1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	1	5	5
1.2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1) , < 1000 (-1)	1	5	5
1.3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	1	2	2
1.4	Distancia a Fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2) , >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)	2	2	4
1.5	Distancia con respecto a la Ciudad de Jepelacio (Km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	2	2	4
1.6	Accesibilidad al área (Distancia a vía de acceso principal Km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1) , sin acceso (-2)	2	2	4
1.7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo seco (2), pastos cultivados (3) Pastos naturales (4) , forestal de selva (5) Eriazo (6)	6	5	30
1.8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	1	5	5
1.9	Propiedad del terreno	saneado (1) no saneado (-1)	1	10	10

1.1	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	2	5	10
1.11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	4	2	8
1.12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	2	2	4
1.13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin material de cobertura (-2)	2	5	10
1.14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), Profundidad > 10 m (1)	1	5	5
1.15	Permeabilidad de suelo	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6} (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10^{-6} (-1)	1	5	5
1.16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	1	5	5
1.17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	1	5	5
1.18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), Dentro del área natural (-1)	1	5	5

1.19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia de restos (-1)	1	5	5
1.2	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2) Alta Vulnerabilidad (1)	3	5	15
2.1	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable(1) Regular (2) Altamente favorable (3)	3	12	36
2.2	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	3	18	54
2.3	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)	1	16	16
2.4	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta 0	1	16	16
2.5	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0) Participación favorable (2)	2	12	24

Fuente: MINAM (2011)

Escala de calificación para el puntaje ponderado final

Puntaje Ponderado Total	Calificación
0 - 146	Malo o Terreno No aceptable o de opción Marginal.
147 -195	Regular o terreno moderadamente aceptable.
196 -245	Bueno o Terreno aceptable.
246 - 292	Muy Bueno o Terreno aceptable de Primera Opción.

Fuente: MINAM (2011)

F. Evaluación de las alternativas seleccionadas

- Evaluación cualitativa de las alternativas

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	Alt. 01 Tabanero	Alt. 02 Arriba Perú	Alt. 03 Don Abel
1.1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	> 1000	> 1000	> 1000
1.2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1) , < 1000 (-1)	> 1000	> 1000	> 1000
1.3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	> 3.0	> 3.0	> 3.0
1.4	Distancia a Fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2) , >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)	>300 m de río principal	>300 m de río principal	<de 300 m de quebrada seca una parte del año
1.5	Distancia con respecto a la Ciudad de Japelacio (Km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	entre 1 y 16 km	entre 1 y 16 km	entre 1 y 16 km
1.6	Accesibilidad al área (Distancia a vía de acceso principal Km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1) , sin acceso (-2)	Acceso en Mal estado	Acceso en Mal estado	Acceso en buen estado
1.7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo seco (2), pastos cultivados (3) Pastos naturales (4) , forestal de selva (5) Eriazo (6)	Cultivo en Limpio	pastos cultivados	forestal de selva
1.8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	Uso compatible	Uso compatible	Uso compatible
1.9	Propiedad del terreno	saneado (1) no saneado (-1)	saneado	saneado	saneado
1.1	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	> 5 años	> 5 años	> 5 años

1.11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7%	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7%	empinado 12-25%
1.12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	sin barrera sanitaria natural	sin barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural
1.13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin material de cobertura (-2)	material de cobertura parcialmente adecuado	material de cobertura parcialmente adecuado	material de cobertura parcialmente adecuado
1.14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), Profundidad > 10 m (1)	Profundidad > 10 m	Profundidad > 10 m	Profundidad > 10 m
1.15	Permeabilidad de suelo	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6} (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10^{-6} (-1)	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6}	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6}	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6}
1.16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	Contrario a la población más cercana	Contrario a la población más cercana	Contrario a la población más cercana
1.17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	No existe pasivo ambiental	No existe pasivo ambiental	No existe pasivo ambiental
1.18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), Dentro del área natural (-1)	Fuera de área natural	Fuera de área natural	Fuera de área natural
1.19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia de restos (-1)	Inexistencia de restos	Inexistencia de restos	Inexistencia de restos
1.2	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2) Alta Vulnerabilidad (1)	Baja vulnerabilidad	Baja vulnerabilidad	Baja vulnerabilidad
2.1	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable(1) Regular (2) Altamente favorable (3)	Regular	Regular	Altamente favorable

2.2	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	Mediano Interés	Mediano Interés	Alto interés
2.3	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)	positivas	positivas	positivas
2.4	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta 0	Favorable	Favorable	Favorable
2.5	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0) Participación favorable (2)	Participación favorable	Participación favorable	Participación favorable

Fuente: Elaboración propia

- Evaluación cuantitativa de las alternativas

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	Importancia del Indicador	Alt. 01 Tabanero	Alt. 02 Arriba Perú	Alt. 03 Don Abel
1.1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	5	1	1	1
1.2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1) , < 1000 (-1)	5	1	1	1
1.3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	2	1	1	1
1.4	Distancia a Fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2) , >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)	2	1	1	-1
1.5	Distancia con respecto a la Ciudad de Jepelacio (Km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	2	2	2	2
1.6	Accesibilidad al área (Distancia a vía de acceso principal Km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1) , sin acceso (-2)	2	1	1	2

1.7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo seco (2), pastos cultivados (3) Pastos naturales (4), forestal de selva (5) Eriazo (6)	5	1	3	5
1.8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	5	1	1	1
1.9	Propiedad del terreno	saneado (1) no saneado (-1)	10	1	1	1
1.1	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	5	2	2	2
1.11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	2	4	4	2
1.12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	2	-2	-2	2
1.13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin material de cobertura (-2)	5	1	1	1
1.14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), Profundidad > 10 m (1)	5	1	1	1

1.15	Permeabilidad de suelo	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6} (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10^{-6} (-1)	5	1	1	1
1.16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	5	1	1	1
1.17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	5	1	1	1
1.18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), Dentro del área natural (-1)	5	1	1	1
1.19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia de restos (-1)	5	1	1	1
1.2	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2) Alta Vulnerabilidad (1)	5	3	3	3
2.1	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable(1) Regular (2) Altamente favorable (3)	12	2	2	3
2.2	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	18	2	2	3
2.3	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)	16	1	1	1
2.4	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta 0	16	1	1	1
2.5	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0) Participación favorable (2)	12	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

- Selección de la mejor alternativa

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	Importancia del Indicador	Alt. 01 Tabanero	Alt. 02 Arriba Perú	Alt. 03 Don Abel
1.1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	5	5	5	5
1.2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1) , < 1000 (-1)	5	5	5	5
1.3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	2	2	2	2
1.4	Distancia a Fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2), >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)	2	2	2	-2
1.5	Distancia con respecto a la Ciudad de Japelacio (Km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	2	4	4	4
1.6	Accesibilidad al área (Distancia a vía de acceso principal Km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1) , sin acceso (-2)	2	2	4	4
1.7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo secano (2), pastos cultivados (3) Pastos naturales (4) , forestal de selva (5) Eriazo (6)	5	5	15	25

1.8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	5	5	5	5
1.9	Propiedad del terreno	saneado (1) no saneado (-1)	10	10	10	1
1.1	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	5	10	10	10
1.11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	2	8	8	4
1.12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	2	-4	-4	4
1.13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin material de cobertura (-2)	5	5	5	5
1.14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), Profundidad > 10 m (1)	5	5	5	5

1.15	Permeabilidad de suelo	Impermeabilidades < a 1×10^{-6} (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10^{-6} (-1)	5	5	5	5
1.16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	5	5	5	5
1.17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	5	5	5	5
1.18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), Dentro del área natural (-1)	5	5	5	5
1.19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia de restos (-1)	5	5	5	5
1.2	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2) Alta Vulnerabilidad (1)	5	15	15	15
2.1	Opinión	Desfavorable (-1) poco favorable(1) Regular (2) Altamente favorable (3)	12	24	24	36
2.2	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	18	36	36	54

2.3	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)	16	16	16	16
2.4	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta 0	16	16	16	16
2.5	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0) Participación favorable (2)	12	24	24	24
TOTAL				220	232	263

Fuente: Elaboración propia

- Orden de mérito de las alternativas seleccionadas

Orden de mérito	Alternativa	Puntaje	Calificación
1°	Alternativa 03 - Don Abel	263	Muy Bueno o Terreno aceptable de Primera Opción.
2°	Alternativa 02 - Arriba Perú	232	Bueno o Terreno aceptable.
3°	Alternativa 01 - Tabanero	220	Bueno o Terreno aceptable.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Datos del estudio de impacto ambiental

A. Actividades del proyecto

La construcción del relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio, plantea cubrir en su 90% la disposición final de los residuos sólidos municipales del distrito, así como la comercialización de los residuos reciclables (plásticos) y el compost (materia orgánica), ampliando así la vida útil del relleno. Esto se regirá con las alternativas ya bosquejadas para la solución del problema planteado.

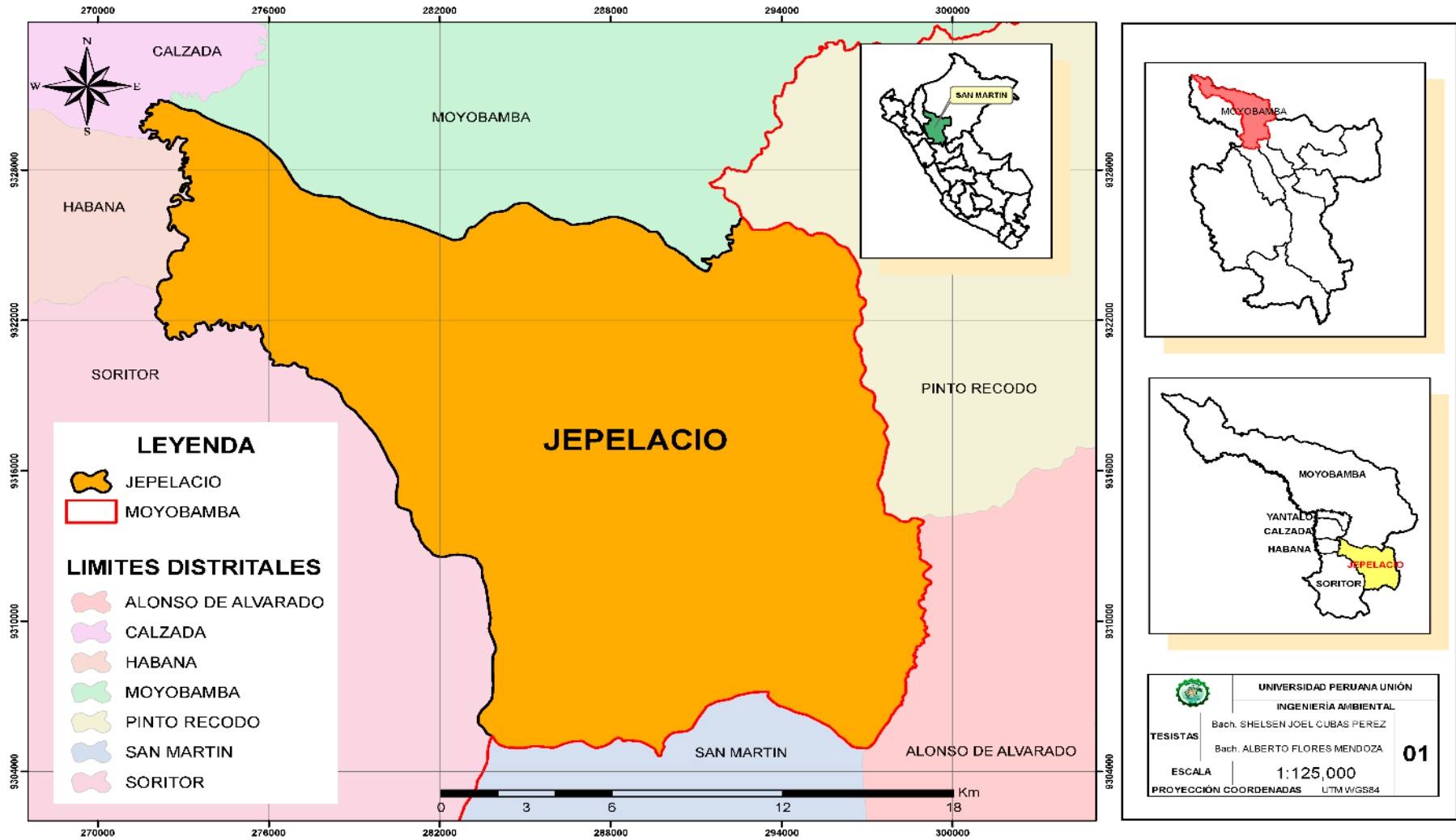
- Limpieza y adecuación del área seleccionada.
- Instalación del cerco perimétrico del relleno sanitario manual.
- Construcción de la caseta de control y puerta de ingreso.
- Construcción de los servicios higiénicos y almacén.
- Construcción de la caseta recicladora y la compostera.
- Excavación de las zanjas o trincheras.

Las características de las construcciones a implementar para la correcta operación del relleno sanitario manual en el distrito de Jepelacio se presentan a continuación:

- El relleno sanitario manual constará de 2.4 ha de terreno.
- El cerco perimétrico estará compuesto por postes de acero de 2 m, dispuestos cada 15 m, con un alambión de púas 10 ringleras, cada 20 cm.
- La caseta de control será de 2 m², mientras que la puerta de ingreso tendrá 4 metros de largo y 4 de altura.
- Los servicios higiénicos tendrán un área de 6x10 m, tendrá 2 baños (varones y mujeres) de 2x2 m, dos duchas (varones y mujeres) 2x3 m, 2 cambiadores (varones y mujeres) 2x3 m y un ropero de 3x3m, adicionalmente tendrá un lavadero de manos. El almacén será cuestión de presupuestar.
- La caseta recicladora tendrá un área de 16.5x5 m.
- La compostera estará construida en un área de 74x30 m, además de tener 6 módulos, cada módulo tendrá 74x5 m.
- Cada zanja o trincheras tendrán las siguientes medidas, alto 3m, largo 42 m y ancho 6 m.

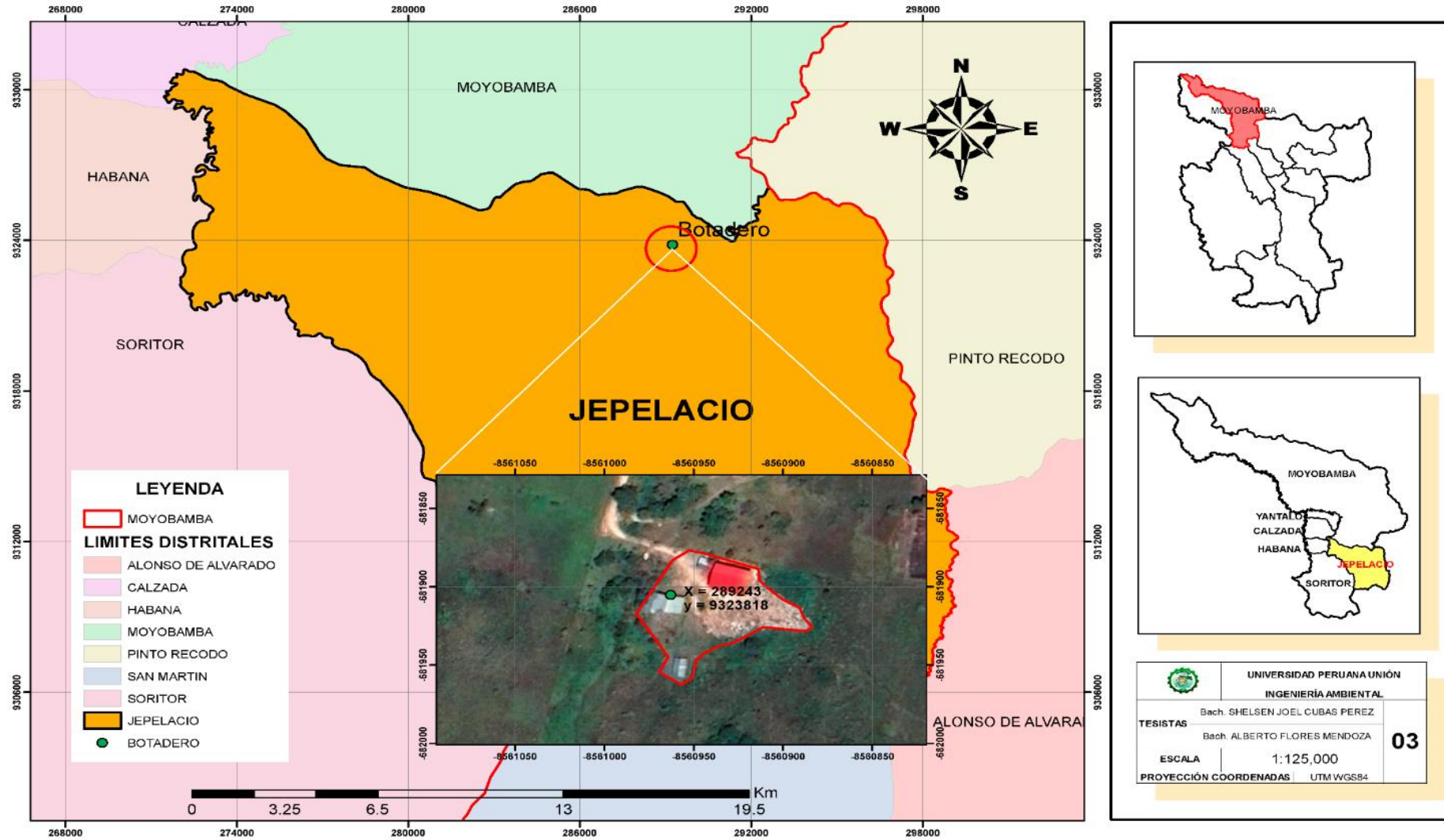
B. Ubicación del distrito de Jepelacio

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE JEPELACIO



C. Ubicación del botadero municipal de Jepelacio

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL BOTADERO DE JEPELACIO



Anexo 8. Presupuesto

Presupuesto
 Cliente
 Lugar

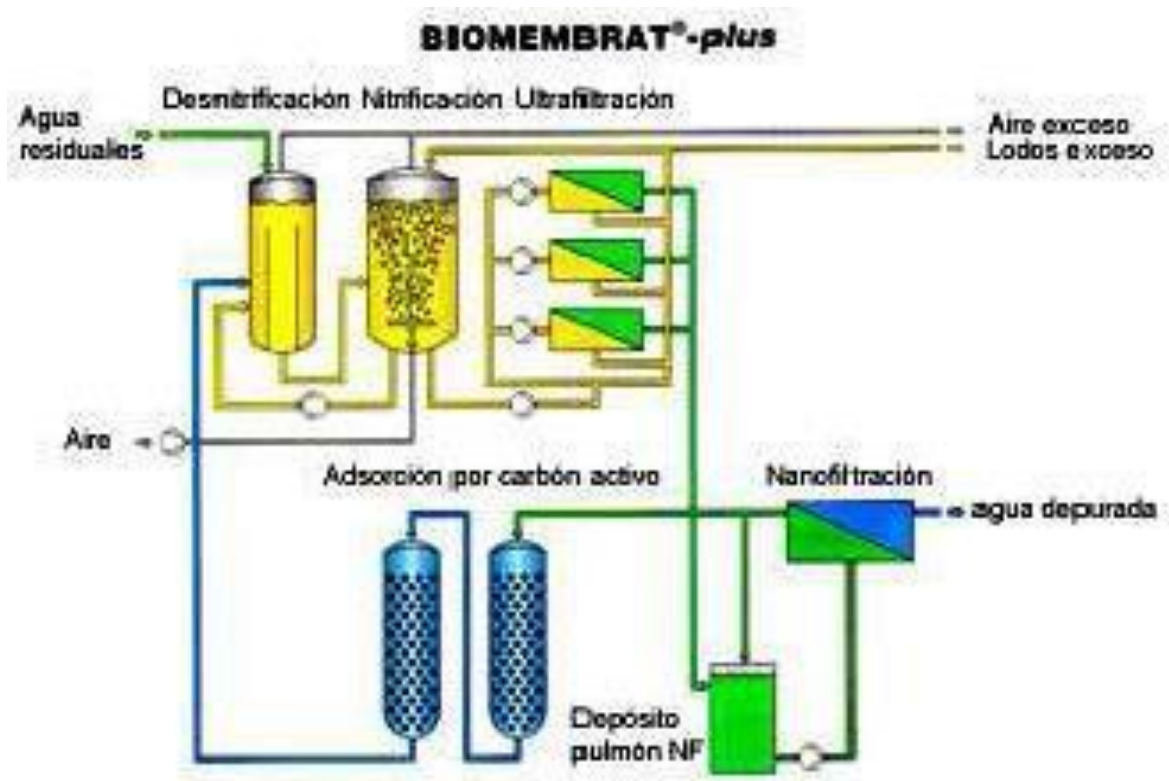
001 Diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Jepelacio
Tesistas: Bach. Shelsen Joel Cubas Pérez y Bach. Alberto Flores Mendoza
SAN MARTIN - MOYOBAMBA - JEPELACIO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Costo al Precio Unitario	10/06/2020 Precio S/.
00	Adquisición del Terreno	HAC	2.500	40,000.00	100000
01	Trabajos Provisionales				780.00
01.01	Cartel de Identificación de Obra	M2	1.00	150.00	150.00
01.02	Almacén de Obra	UNI	70.00	9.00	630.00
02	Trabajos Preliminares				57,577.44
02.01	Desbroce	M2	24,176.00	0.68	16,439.68
02.02	Preparación del Terreno	M2	24,176.00	0.76	18,373.76
02.03	Nivelación	M2	15,176.00	1.50	22,764.00
03	Construcción de Trincheras				120,907.37
03.01	Corte superficial hasta 0.20 mt	M2	3,476.08	1.75	6,083.14
03.02	Apisonado del terreno	M2	3,476.08	7.96	27,669.60
03.03	Eliminación de material	M3	12.00	5.80	69.60
03.04	Excavación con maquinaria de trincheras	M3	46,960.18	1.73	81,241.11
03.05	Compactación manual	M2	2,608.90	2.24	5,843.93
04	Impermeabilización del Terreno				81,433.29
04.01	Cama de material arcilloso para colocar tuberías	M3	521.78	28.50	14,870.73
04.02	Geomembrana	M2	2,608.90	18.00	46,960.20
04.03	Sistema de Anclaje	UNI	15.00	2.40	36.00
04.04	Compactación con material arcilloso	M3	15,653.09	1.25	19,566.36
05	Drenes y Colectores				93,691.20
05.01	Excavación manual de Zanjas	M3	244.00	5.90	1,439.60
05.02	Cama de arena	M2	2,608.00	7.90	20,603.20
05.03	Suministrso de instalación de tubería de 4"	M	6,895.00	7.56	52,126.20
05.04	Suministrso de instalación de tubería de 6"	M	1,200.00	10.00	12,000.00
05.05	Suministrso de instalación de tubería de 8"	M	521.78	11.35	5,922.20
05.06	Colocación del filtro	M3	320.00	5.00	1,600.00
06	Instalación del sistema Biomembrat				38,000.00
06.01	Activación biológica	UNI	1.00	5,000.00	5,000.00
06.02	Ultrafiltración	UNI	2.00	4,500.00	9,000.00
06.03	Reactor anaerobico	UNI	1.00	15,000.00	15,000.00
06.04	Reactor aerobico	UNI	1.00	9,000.00	9,000.00
07	Chimeneas				25,318.48
07.01	Cuarton de madera 3"x3"	UNI	484.00	8.50	4,114.00
07.02	Tubería PVC reforzada 4"	UNI	386.00	11.00	4,246.00
07.03	Material filtrante	M3	5.600	3.30	18.48
07.04	Techo de 4" (0.80 x 3.60 m x 0.14 mm)	UNI	484.00	35.00	16,940.00
08	Recicladora				11,750.00
08.01	Paredes de madera	M2	82.50	80.00	6,600.00
08.02	Techo de Eternit	UNI	40.00	75.00	3,000.00
08.03	Vigas de madera	UNI	6.00	25.00	150.00
08.04	Puerta de madera lisa	UNI	1.00	150.00	150.00
08.05	Ventana de madera	UNI	1.00	50.00	50.00
08.06	Esmalte para madera	M3	10.00	180.00	1,800.00
09	Compostera				30,750.00
09.01	Columnas de Acero 2 mt	UNI	48.00	150.00	7,200.00
09.02	Estructura metalica	UNI	6.00	500.00	3,000.00
09.03	Cobertura de Eternit	UNI	148.00	75.00	11,100.00
09.04	Cemento	BOLSAS	250.00	30.00	7,500.00
09.05	Ladrillo	MILLAR	3.00	250.00	750.00
09.06	Servicio de Soldadura	JORNAL	15.00	80.00	1,200.00
10	Servicios Higienicos				9,550.00
10.1	Paredes interiores y exteriores de ladrillo	MILLAR	5.00	250.00	1,250.00
10.2	Columnas de acero	UNI	4.00	200.00	800.00
10.3	Techo de eternit	UNI	12.00	75.00	900.00
10.4	Acabados en cerámica	GL	1.00	1,200.00	1,200.00
10.5	Instalación y compra de materiales de desagüe	GL	4.00	850.00	3,400.00
10.6	Instalación y compra de materiales de agua	GL	4.00	500.00	2,000.00
11	Caseta de Vigilancia				970.00
11.01	Paredes de madera	M2	4.00	80.00	320.00
11.02	Techo de eternit	UNI	2.00	75.00	150.00
11.03	Cemento	BOLSAS	5.00	30.00	150.00
11.04	Puerta de madera	UNI	1.00	150.00	150.00
11.05	Mesa y silla	UNI	1.00	200.00	200.00
12	Puerta de Ingreso				15,000.00

12.01	Estructura de dos Hojas	UNI	1.00	15,000.00	15,000.00
13	Cerco Perimetrico				261,920.00
13.01	Barras de acero	UNI	1,612.00	50.00	80,600.00
13.02	Alambre	M	241,760.00	0.75	181,320.00
14	Almacén de materiales				4,950.00
14.1	Paredes de madera	M2	30.00	80.00	2,400.00
14.2	Techo de eternit	UNI	20.00	75.00	1,500.00
14.3	Puerta de madera	UNI	1.00	150.00	150.00
14.4	Cemento	BOLSAS	30.00	30.00	900.00
15	Equipamiento				7,714.00
15.01	Palana	UNI	10.00	60.00	600.00
15.02	Pala recta	UNI	10.00	35.00	350.00
15.03	Pico punta y pala	UNI	10.00	30.00	300.00
15.04	Barreta	UNI	10.00	50.00	500.00
15.05	Rastrillo	UNI	20.00	25.00	500.00
15.06	Martillo	UNI	5.00	20.00	100.00
15.07	Comba	UNI	4.00	60.00	240.00
15.08	Cizalla tijeras	UNI	4.00	80.00	320.00
15.09	Carretillas	UNI	10.00	180.00	1,800.00
15.10	Contenedor	UNI	18.00	28.00	504.00
15.11	Computadora	UNI	1.00	2,500.00	2,500.00
16	Otros				57,144.00
16.01	Limpieza final de la obra	M2	6,800.00	0.80	5,440.00
16.02	Cierre del relleno sanitario	M2	18,560.00	0.90	16,704.00
16.03	Monitoreo pos cierre	GL	10.00	3,500.00	35,000.00
					917,455.79
COSTO DIRECTO					
	Gastos Generales 5%		0.05		45872.78933
	Utilidades		0.05		45872.78933
SUB TOTAL					1,009,201.37
	Impuesto IGV 18%		0.18		181656.2457
PRESUPUESTO TOTAL					1,190,857.61

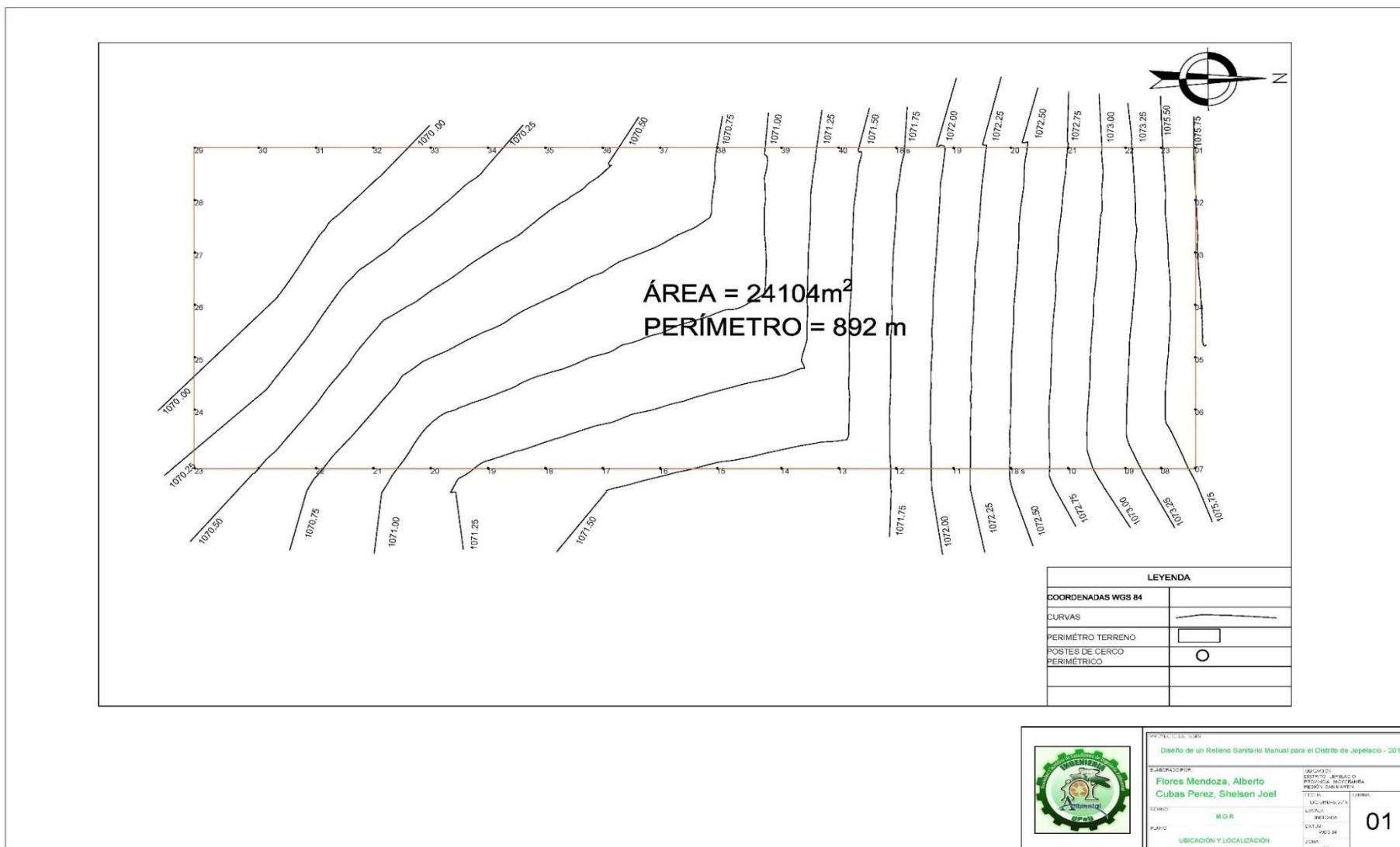
Anexo 9 . Planos

A. Diagrama del Proceso Biomembrat

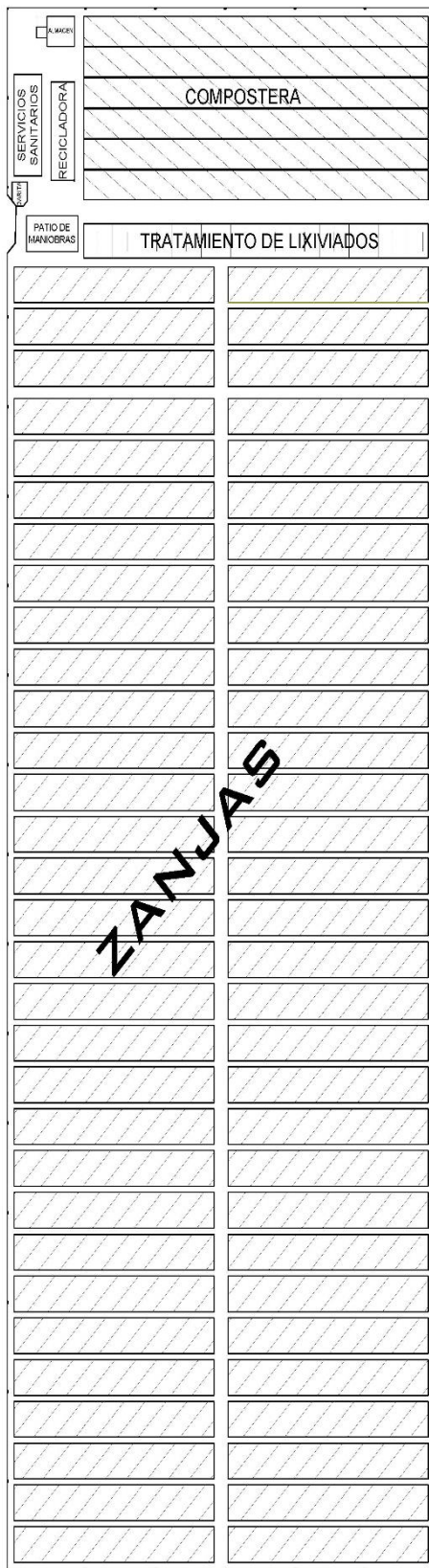


Fuente: Corena (2008)

B. Curvas de nivel del sitio seleccionado



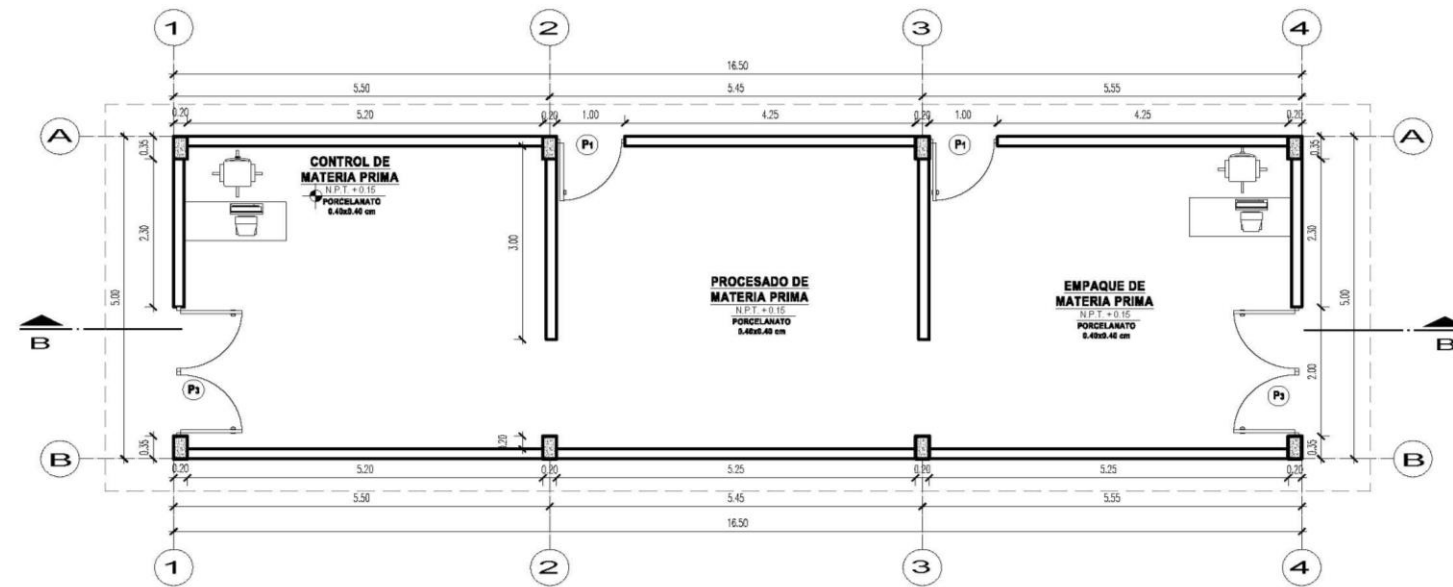
C. Vista general del plano del relleno sanitario manual



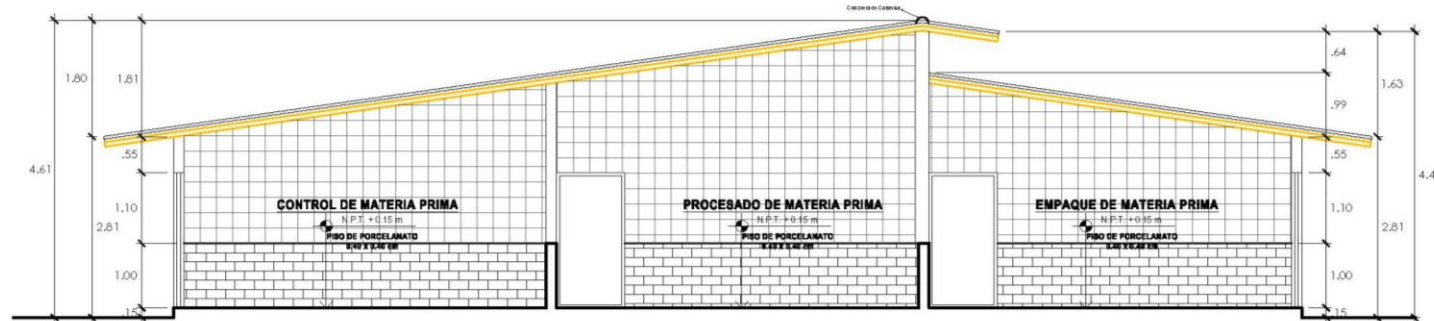
	PROYECTO DE TÍTULO: Diseño de un Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Jepelacio - 2019	
	ELABORADO POR: Flores Mendoza, Alberto Cubas Perez, Shelsen Joel	UBICACIÓN: DISTRITO: JEPELACIO PROVINCIA: INYOBAHAMA RESCEN: SAN FRANCISCO
	REVISOR: M.O.R	FECHA: DICIEMBRE 2019
	PLANO: VISTA GENERAL DEL DISEÑO	ESCALA: INDICADA DATUM: VMS 84 ZONA: 19 s

02

D. Recicladora



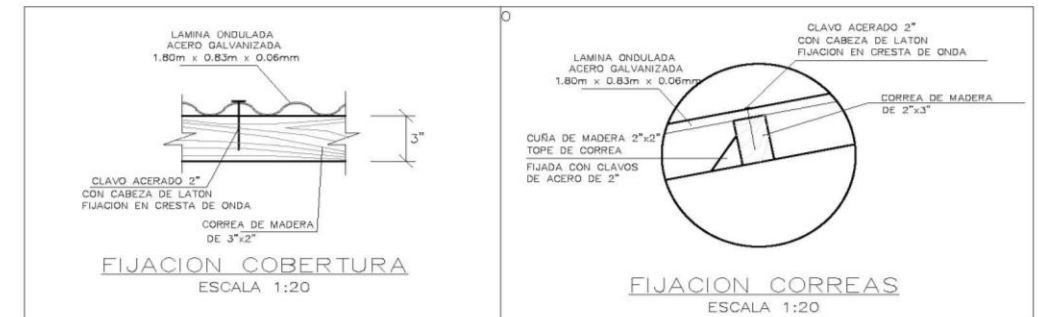
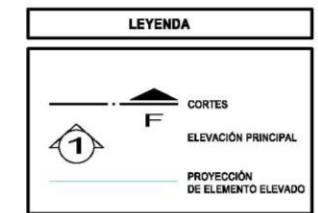
RECICLADORA
ESC:1/75



CORTE B-B
ESC:1/75

CUADRO DE BAÑOS					
CODIGO	UND.	ALFEIZER	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V-01	01	1.00	1.95	1.50	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-02	01	2.10	2.65		CORTE A-A CRISTAL SIMPLE 5mm
V-03	01	2.10	3.95		CORTE A-A CRISTAL SIMPLE 5mm
V-04	02	3.10-2.60	2.45		CORTE A-A CRISTAL SIMPLE 5mm
V-05	01	1.80	2.55	0.65	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-06	01	1.80	0.80	0.65	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-07	01	1.80	1.10	0.65	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-08	01	2.50	1.40	0.80	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-09	01	2.50	2.00	1.20	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-10	01	2.50	2.50	1.20	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-11	01	2.50	1.00	1.20	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-12	01	2.00	2.12	1.00	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-13	01	1.90	2.50		CORTE C-C CRISTAL SIMPLE 5mm

P1	07	-	1.00	2.10	PUERTA - 01 HOJA
P2	01	-	2.00	2.10	PUERTA - 02 HOJAS
P3	03	-	2.00	2.10	PUERTA - 02 HOJAS
P4	02	-	0.80	2.10	PUERTA - 01 HOJA
P5	10	-	0.70	2.10	PUERTA - 01 HOJA





PROYECTO DE TESIS:
Diseño de un Reileno Sanitario Manual para el Distrito de Jepelacio - 2019

ELABORADO POR:
Flores Mendoza, Alberto
Cubas Perez, Shelsen Joel

REVISO:
M.O.R

PLANO:
ALMACEN DE RESIDUOS RECICLABLES-PLANTA-CORTE Y DETALLE

UBICACION:
DISTRITO: JEPELACIO
PROVINCIA: MOYOBAMBA
REGION: SAN MARTIN

FECHA:
DICIEMBRE 2019

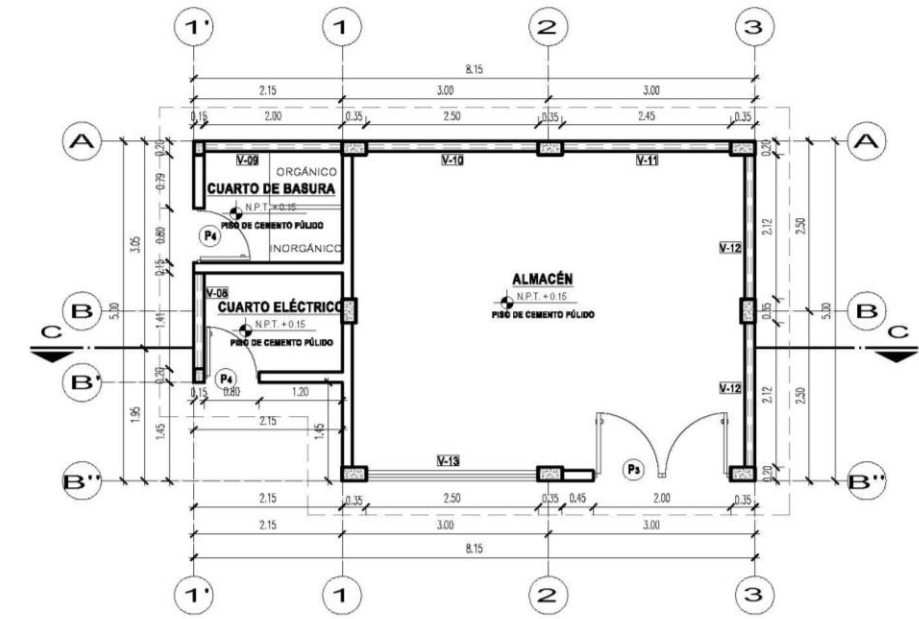
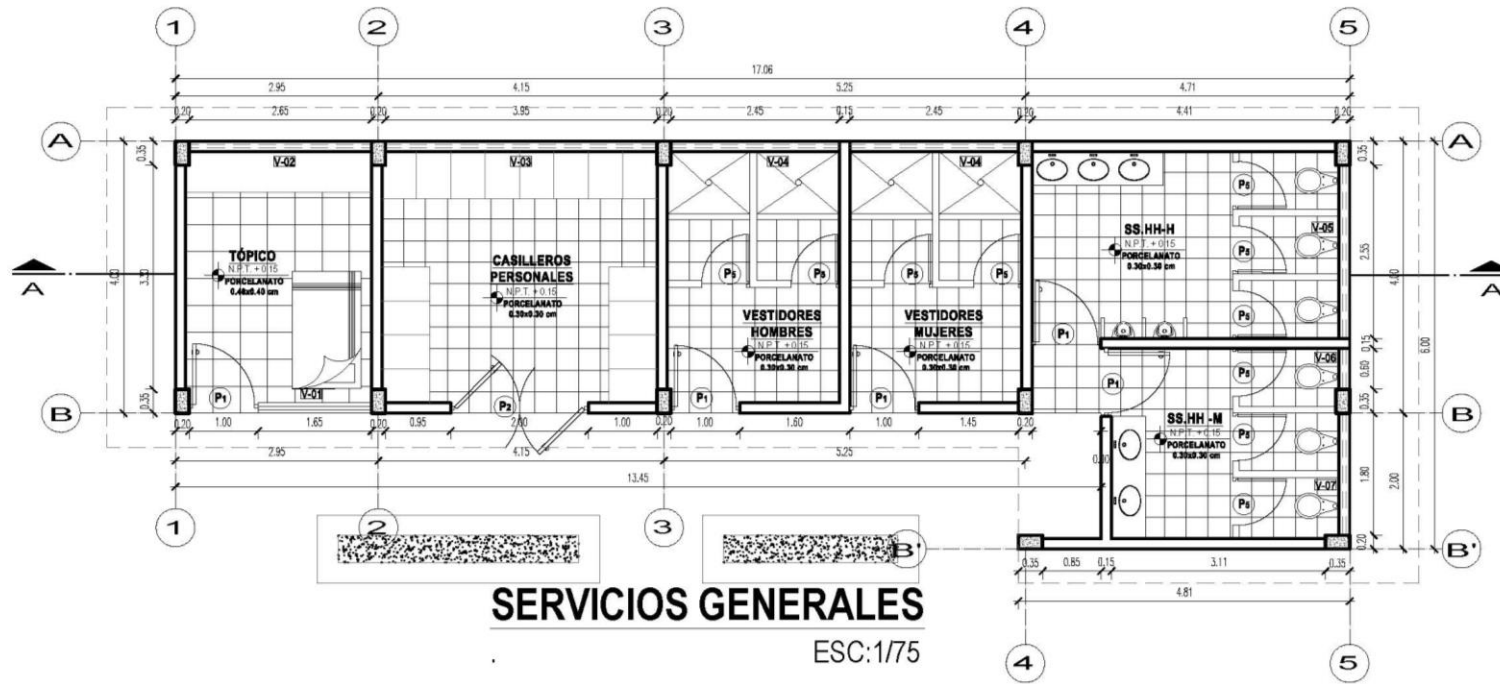
ESCALA:
INDICADA

DATUM:
WGS 84

ZONA:
18 s

LAMINA:
03

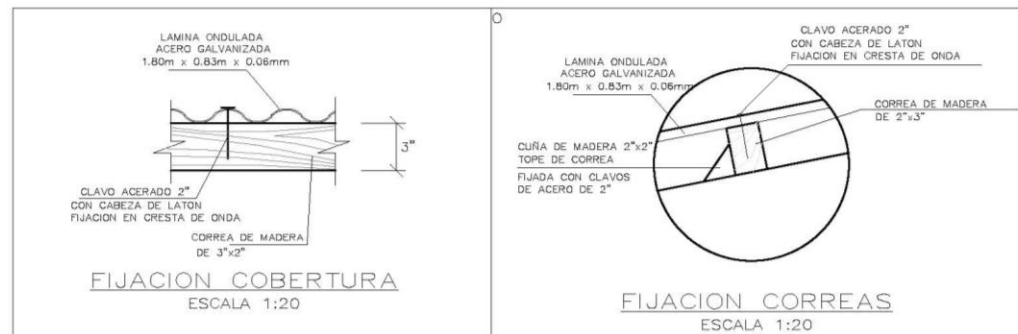
E. Servicios generales



CORTE A-A
ESC:1/75

CUADRO DE VANOS					
CODIGO	UND.	ALFEIZER	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V-01	01	1.00	1.85	1.50	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-02	01	2.10	2.65		CORTE A-A CRISTAL SIMPLE 5mm
V-03	01	2.10	3.95		CORTE A-A CRISTAL SIMPLE 5mm
V-04	02	3.10-2.80	2.45		CORTE A-A CRISTAL SIMPLE 5mm
V-05	01	1.80	2.55	0.65	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-06	01	1.80	0.80	0.65	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-07	01	1.80	1.10	0.65	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-08	01	2.50	1.40	0.80	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-09	01	2.50	2.00	1.20	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-10	01	2.50	2.50	1.20	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-11	01	2.50	1.00	1.20	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-12	01	2.00	2.12	1.00	CRISTAL SIMPLE 5mm
V-13	01	1.50	2.50		CORTE C-C CRISTAL SIMPLE 5mm

LEYENDA	
	CORTES
	ELEVACIÓN PRINCIPAL
	PROYECCIÓN DE ELEMENTO ELEVADO



P1	07	-	1.00	2.10	PUERTA - 01 HOJA
P2	01	-	2.00	2.10	PUERTA - 02 HOJAS
P3	03	-	2.00	2.10	PUERTA - 02 HOJAS
P4	02	-	0.80	2.10	PUERTA - 01 HOJA
P5	10	-	0.70	2.10	PUERTA - 01 HOJA



PROYECTO DE TESIS:
Diseño de un Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Jepelacio - 2019

ELABORADO POR:
Flores Mendoza, Alberto
Cubas Perez, Shelsen Joel

REVISÓ:
M.O.R

PLANO:
SERVICIOS GENERALES-CORTE Y DETALLE

UBICACION:
DISTRITO : JEPELACIO
PROVINCIA : MOYOBAMBA
REGION : SAN MARTIN

FECHA:
DICIEMBRE 2019

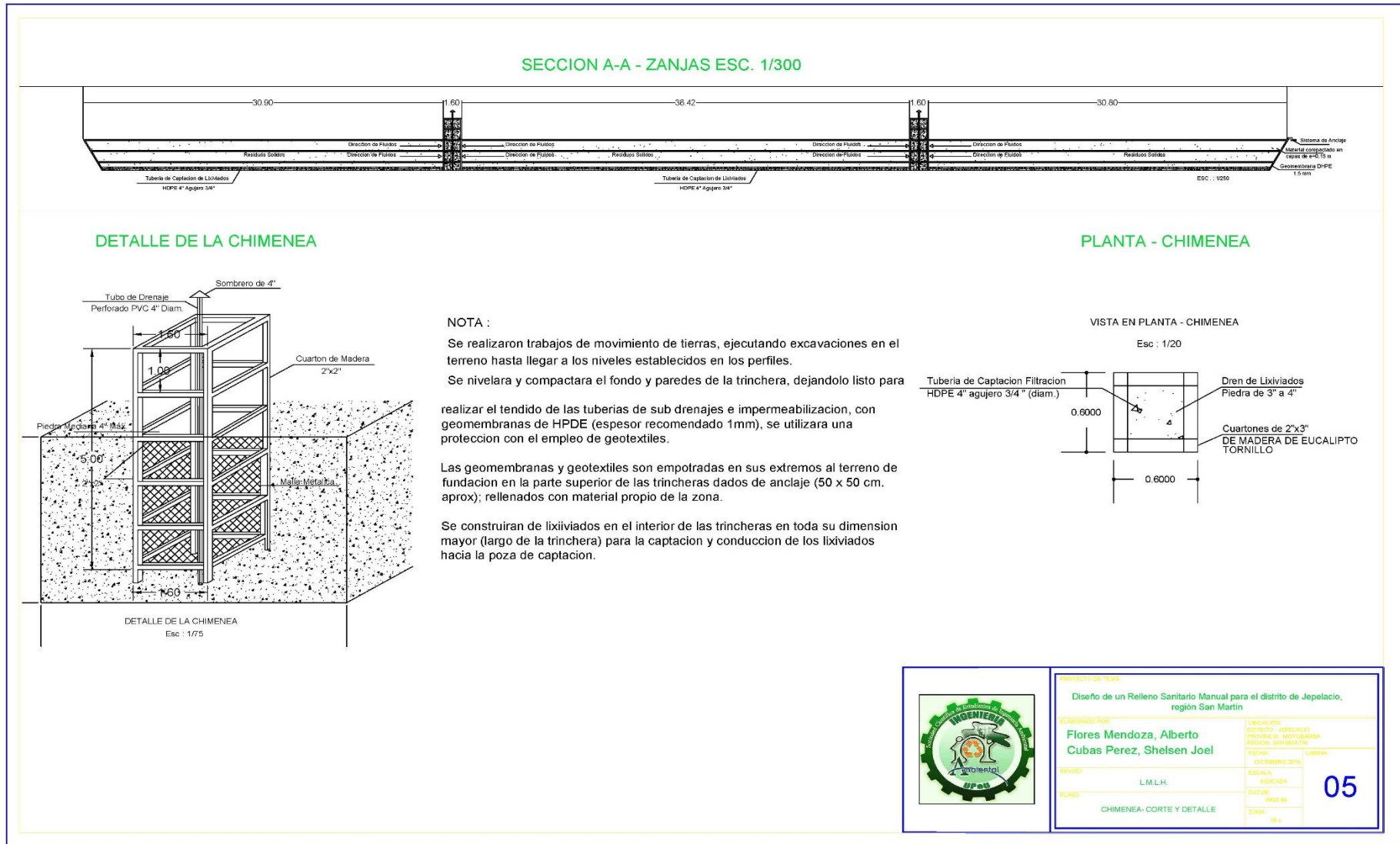
ESCALA:
INDICADA

DATUM:
WGS 84

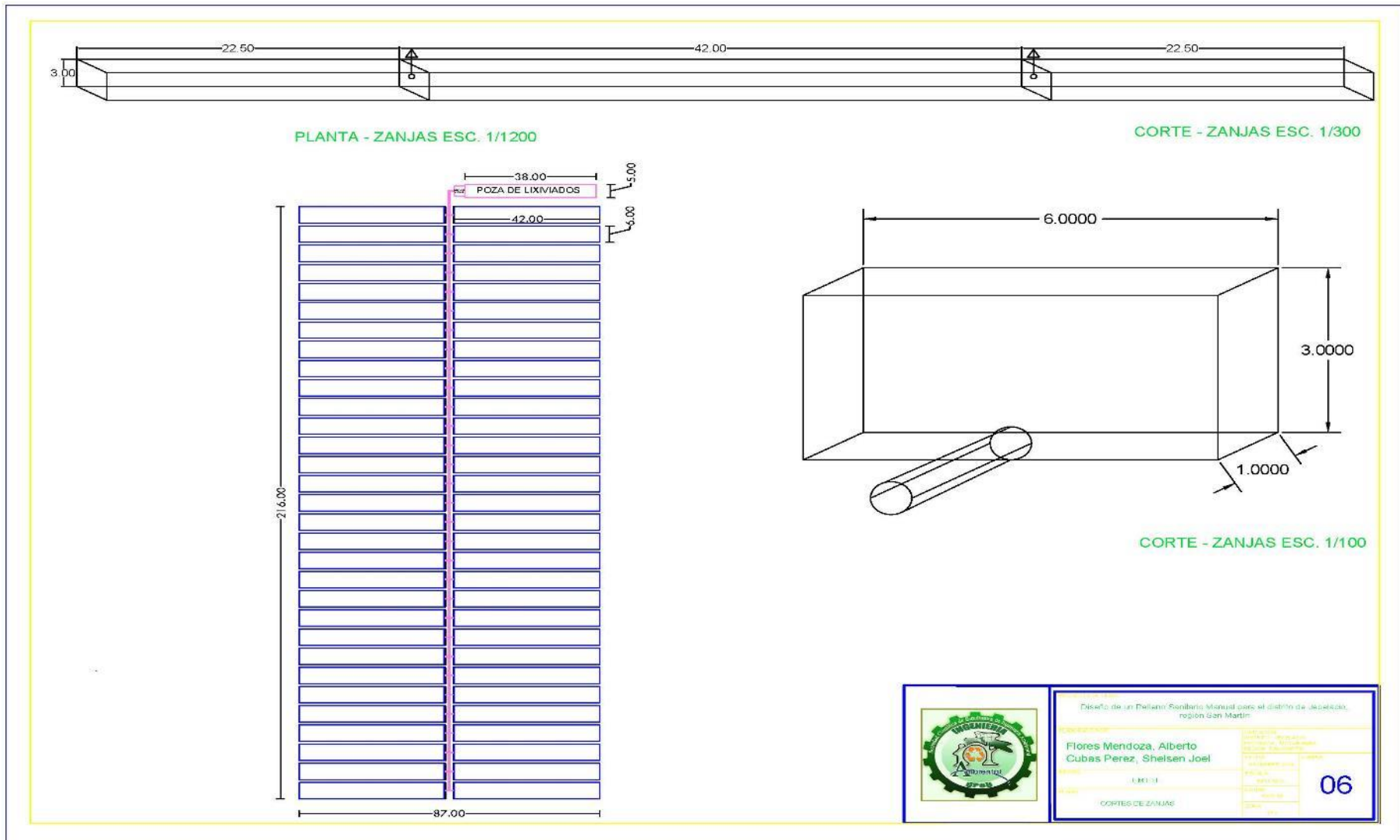
ZONA:
18 s


LAMINA:
04

F. Chimenea



G. Zanjas



	Diseño de un Plan de Saneamiento Manual para el distrito de Jucayaco, región San Martín	
	Flores Mendoza, Alberto Cubas Perez, Shelsen Joel	
TÍTULO CORTES DE ZANJAS	FECHA 10/05/2023	HOJA 06

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Morales, 24 de setiembre de 2018

CARTA N° 92-2018/FIA-EP.IA

**Señor
Máximo Garro Heredia
Municipalidad Distrital de Jepelacio
Presente.-**



Coordinador RCHHA

De mi especial Consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para hacerle llegar un cálido saludo de parte del personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión Filial Tarapoto, acompañado del deseo de abundantes éxitos en la tarea que desempeña.

A través de este documento presento a dos de nuestros egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, el motivo principal es **dar a conocer un proyecto para "Diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Jepelacio - Moyobamba - San Martín"** y de ese modo puedan llevar a cabo su proyecto de tesis.

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO
1	Shelsen Joel Cubas Perez	201321015
2	Alberto Flores Mendoza	201321013

Sin otro en particular, me despido de usted agradeciendo desde ya su gentil aceptación.

Cordialmente,



**Mg. Delbert Eleasil Condori Moreno
Coordinador
E.P Ingeniería Ambiental**



Anexo 11. Autorización por parte de la Municipalidad Distrital de Jepelacio



Carta N° 008-2018-ALC/MDJ

SEÑOR:

Mg. Delbert Eleasil Condori Moreno
Coordinador E.P Ingeniería Ambiental
Universidad Peruana Unión Filial Tarapoto
Jr. Los Mártires 340, Urb. Santa Lucia, Morales
TARAPOTO.

De nuestra consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi saludo cordial en representación de la Municipalidad Distrital de Jepelacio, y al mismo tiempo comunicarle la **aceptación y autorización**, a los dos egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental **Shelsen Joel Cubas Pérez** y **Alberto Flores Mendoza**; para que realicen su proyecto de tesis para **"Diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Jepelacio - Moyobamba - San Martín"**, a quien la Municipalidad estará realizando el apoyo en la información que requieran.

Sin otro particular me despido expresándole las muestras de consideración y estima.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DE JEPELACIO

Maximo Castro Heredia
ALCALDE - M.D.J.
DNI: N° 27245759