

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL AMAZÓNICA
(CARANAVI)



**DISEÑO TÉCNICO DE UNA PLANTA DE RECOLECCIÓN Y
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA
CIUDAD DE CARANAVI**

Proyecto de grado presentado para optar al título de Licenciatura en Ingeniería Industrial

POSTULANTE: ALVARO HERNANDEZ PARRA

TUTOR: MSC. ING. PAULA MONICA LINO HUMEREZ

Caranavi, La Paz - Bolivia

Septiembre, 2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de Grado:

**DISEÑO TÉCNICO DE UNA PLANTA DE RECOLECCIÓN Y
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA
CIUDAD DE CARANAVI**

Presentado por:

Univ. Alvaro Hernandez Parra

Para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Notal Numeral.....

Nota Literal.....

Ha sido.....

Director de Carrera de Ingeniería Industrial Ing. M.Sc. Franz Zenteno Benítez

Tutor: Ing. M.Sc. Paula Mónica Lino Humerez.....

Tribunal: Ing. M.Sc. Aldo Felipe Vargas Pacheco.....

Tribunal: Ing. PhD. Mario Fermín Zenteno Benítez.....

Tribunal: Ing. M.Sc. Carol Krisma Mamani Gutiérrez.....

Tribunal: Ing. M.Sc. Luis Fernando Pérez Apaza.....

DEDICATORIA

A mis padres Mery y Rolando quienes con su amor, paciencia, trabajo y sacrificio me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

AGRADECIMIENTOS

A mi amado Dios, quien de su luz infinita me ha obsequiado una senda por donde he podido caminar.

A mis padres Mery y Rolando, que guían desde el cielo, gracias por la educación que me han brindado, por apoyarme en toda mi etapa estudiantil por incentivar me a cumplir mis metas, trazarme nuevos objetivos y por cada valor inculcado con amor.

A mi familia y amigos, por ser parte importante de mi vida, por su cariño, por sus consejos, por sus palabras de aliento y por ayudarme a ser cada día mejor persona.

Agradecer a la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Ingeniería y principalmente a la carrera de Ingeniería Industrial, por los retos y la formación brindada, porque tengo la alegría y satisfacción de haberme formado en esta institución.

A la Ing. Mónica Lino Humerez, mi tutora, por todos sus aportes, conocimientos y todos los consejos, por ser mi apoyo y guía incondicional en la elaboración de este proyecto.

Tabla de Contenido

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. Análisis y Problema	2
1.2.1. Análisis de la Problemática.....	2
1.2.2. Diagrama de Ishikawa.....	3
1.2.3. Planteamiento del Problema.....	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Justificación Técnica.....	4
1.4.2. Justificación Económica.....	5
1.4.3. Justificación Social	6
1.4.4. Justificación Legal	7
1.4.5. Justificación Ambiental.....	8
1.5. Alcances y Limitaciones	8
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL	10
2.1. Marco Teórico	10
2.1.1. Residuo sólido urbano.....	10
2.1.2. Recolección de residuos	10
2.1.3. Planta de tratamiento.....	10
2.1.4. Reciclaje.....	10
2.1.5. Residuos reciclables	10
2.1.6. Residuos no aprovechables	11
2.1.7. Separación en origen de residuos.....	11
2.1.8. Aseo urbano	11

2.1.9. Razón precio cuenta (RPC).....	11
2.2. Marco Normativo	11
2.2.1. Ley de Medio Ambiente N°1333	11
2.2.2. Ley de Gestión Integral de Residuos N°755	12
2.3. Diagnóstico de la ciudad de Caranavi.....	13
2.3.1. Diagnóstico actual de la gestión de residuos sólidos.	14
2.3.2. Encuesta	16
2.3.2.1. Tabulación y Análisis de los Resultados.....	18
2.3.3. Trabajo de campo.....	21
CAPÍTULO 3. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN.....	24
3.1. Tamaño.....	24
3.2. Localización.....	27
3.2.1. Macro Localización.....	27
3.2.2. Micro Localización.....	27
3.3. Opciones de Ubicación de la Planta.....	27
CAPÍTULO 4. INGENIERÍA DEL PROYECTO	30
4.1. Diagrama de Flujo.....	30
4.2. Balance de Masa	31
4.3. Balance Energético.....	31
4.4. Terreno e Infraestructura.....	32
4.5. Maquinaria y Equipo.....	32
4.6. Mano de Obra.....	33
4.7. Seguridad Industrial	34
4.7.1. Plan de Seguridad Industrial	35
4.8. Distribución de Planta	36
4.9. Logística de Recolección	38
4.9.1 Frecuencia de Recolección.....	38
4.9.2 Diseño de Rutas de Recolección	38
4.9.3. Tiempos estimados.....	38

4.9.4. Cuadrilla de Recolección	40
4.9.5. Cuadrilla de Barrido y Limpieza.....	40
4.10. Organización de la Empresa.....	41
4.10.1. Estructura Organizacional.....	41
4.10.2. Manual de Funciones	41
Capítulo 5. Estudio de Impacto Ambiental.....	46
5.1. Diagnóstico ambiental en el proceso de producción.....	46
5.2. Identificación de impactos ambientales	46
5.3. Medidas de Mitigación.....	47
Capítulo 6. Evaluación Económica Financiera	48
6.1. Inversiones	48
6.1.1. Inversiones en Activos Fijos.....	48
6.1.2. Inversiones en Activos Diferidos	49
6.1.3. Inversión en Capital de Trabajo	50
6.2. Depreciación	50
6.3. Amortización.....	51
6.4. Financiamiento.....	51
6.5. Costos Operativos	52
6.5.1. Costos de Mano de Obra.....	52
6.5.2. Costos de Recolección	53
6.5.3. Costos de Energía Eléctrica	53
6.6. Ingresos	54
6.6.1. Tasa de aseo urbano	54
6.6.2. Otros ingresos	55
6.7. Estados de Resultados.....	56
6.7.1. Estado de Resultados sin Financiamiento.....	56
6.7.2. Estado de Resultados con Financiamiento.....	57
6.8. Flujo de Caja	58
6.8.1. Flujo de Caja sin financiamiento	58

6.8.2. Flujo de Caja con financiamiento	59
6.9. Razones Precio Cuenta.....	60
6.9.1. Inversión con RPC	60
6.9.2. Mano de obra con RPC	62
6.9.3. Beneficios del proyecto.....	62
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	67

Índice de Cuadros

Cuadro 2 - 1: Determinación del número de encuestas a realizar por zona	17
Cuadro 2 - 2: Promedio de habitantes por casa.....	18
Cuadro 2 - 3: Eliminación de la basura.....	19
Cuadro 2 - 4: Separación de la basura.....	19
Cuadro 2 - 5: Residuos reciclables generados a diario	20
Cuadro 2 - 6: Aceptabilidad de la tasa de aseo urbano	20
Cuadro 2 - 7: Incremento de la tasa de aseo urbano	20
Cuadro 2 - 8: Tarifas de la tasa de aseo urbano	21
Cuadro 2 - 9: Distribución de las zonas de la ciudad de Caranavi en 4 sectores	22
Cuadro 2 - 10: Promedio y porcentaje de las muestras.....	22
Cuadro 3 - 1: Población de la ciudad de Caranavi gestión 2023	24
Cuadro 3 - 2: Proyección poblacional de la ciudad de Caranavi para 10 años	25
Cuadro 3 - 3: Generación de residuos sólidos no aprovechables proyectada para 10 años	25
Cuadro 3 - 4: Generación de residuos reciclables proyectada para 10 años	26
Cuadro 3 - 5: Matriz de factores relevantes	27
Cuadro 3 - 6: Ponderación para la localización	28
Cuadro 4 - 1: Consumo de energía de la maquinaria y equipo	32
Cuadro 4 - 2: Requerimiento de terreno e infraestructura.....	32
Cuadro 4 - 3: Requerimiento de maquinaria y equipo	33
Cuadro 4 - 4: Requerimiento de muebles y enseres.....	33
Cuadro 4 - 5: Requerimiento de equipo de computación.....	33
Cuadro 4 - 6: Requerimiento de mano de obra	34
Cuadro 4 - 7: Rutas de recolección	38
Cuadro 4 - 8: Manual de funciones del gerente general.....	42
Cuadro 4 - 9: Manual de funciones del operador de la prensa compactadora	43

Cuadro 4 - 10: Manual de funciones del ayudante del operador.....	44
Cuadro 4 - 11: Manual de funciones del chófer del camión compactador.....	45
Cuadro 6 - 1: Inversión en terreno e infraestructura	48
Cuadro 6 - 2: Inversión en maquinaria y equipo, fase de recolección	48
Cuadro 6 - 3: Inversión en maquinaria y equipo, fase de tratamiento	49
Cuadro 6 - 4: Inversión en muebles y enseres	49
Cuadro 6 - 5: Inversión en equipo de computación	49
Cuadro 6 - 6: Inversión en activos diferidos	49
Cuadro 6 - 7: Inversión en capital de trabajo	50
Cuadro 6 - 8: Depreciación de activos fijos	50
Cuadro 6 - 9: Amortización de activos diferidos	51
Cuadro 6 - 10: Financiamiento del proyecto.....	51
Cuadro 6 - 11: Costo de mano de obra directa e indirecta	52
Cuadro 6 - 12: Costo mano de obra y beneficios sociales	52
Cuadro 6 - 13: Costo de combustible.....	53
Cuadro 6 - 14: Costo de energía eléctrica	53
Cuadro 6 - 15: Proyección de usuarios de la empresa DELAPAZ	54
Cuadro 6 - 16: Tasa de aseo urbano anual	54
Cuadro 6 - 17: Precio de venta.....	55
Cuadro 6 - 18: Ingresos de la venta de residuos reciclables	55
Cuadro 6 - 19: Estado de resultados sin financiamiento, Bs.....	56
Cuadro 6 - 20: Estado de resultados con financiamiento, Bs.....	57
Cuadro 6 - 21: Flujo de caja sin financiamiento	58
Cuadro 6 - 22: Flujo de caja con financiamiento	59
Cuadro 6 - 23: Valores de RPC.....	60
Cuadro 6 - 24: Inversión del proyecto con RPC	60
Cuadro 6 - 25: Mano de obra con RPC.....	62
Cuadro 6 - 26: Beneficios del proyecto.....	62

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - 1: Producción anual de residuos sólidos urbanos en Caranavi entre 2018 – 2022.....	1
Gráfico 1 - 2: Diagrama de causa y efecto	3
Gráfico 1 - 3: Actividades económicas de los habitantes del municipio de Caranavi	5
Gráfico 1 - 4: Categorías de pobreza en el Municipio de Caranavi	6
Gráfico 2 - 1: Composición de los residuos sólidos en la ciudad de Caranavi	16
Gráfico 2 - 2: Eliminación de la basura	19
Gráfico 2 - 3: Tasa de aseo urbano.....	21
Gráfico 2 - 4: Composición de los residuos reciclables de la ciudad de Caranavi	23
Gráfico 3 - 1: Ubicación geográfica de la Planta de Recolección y Tratamiento	29
Gráfico 4 - 1: Distribución de planta.....	37

Índice de Diagramas

Diagrama 4 - 1: Diagrama de flujo de fardos de botella PET, papel/cartón y residuos de aluminio	30
Diagrama 4 - 2: Balance másico para botellas PET, papel/cartón y aluminio	31
Diagrama 4 - 3: Organigrama de la empresa	41

Índice de Ilustraciones

Ilustración 2 - 2: Ubicación Geográfica de la ciudad de Caranavi	14
--	----

Índice de Anexos

Cuadro A - 1: Producción de residuos sólidos de la ciudad de Caranavi entre las gestiones 2018 - 2022	67
Cuadro A - 2: Composición de los residuos sólidos en la ciudad de Caranavi.....	67
Cuadro A - 3: Actividades económicas en la ciudad de Caranavi	67
Cuadro A - 4: Categorías de pobreza en el Municipio de Caranavi.....	68
Cuadro B - 1: Usuarios registrados en la empresa DELAPAZ.....	69
Cuadro B - 2: Modelo de Encuesta	70
Cuadro B - 3: Muestras obtenidas de residuos sólidos reciclables	71
Cuadro D - 1: Camión compactador	73
Cuadro D - 2: Camión recolector pequeño	74
Cuadro D - 3: Compactadora industrial	75
Cuadro D - 4: Montacarga manual.....	76
Cuadro D - 5: Coordenadas y tiempos de la Ruta RDF1	77
Cuadro D - 6: Coordenadas y tiempos de la Ruta RDF2	78
Cuadro D - 7: Coordenadas y tiempos de las Rutas RRR1 y RRR2.....	79
Cuadro D - 8: Coordenadas de los contenedores	80
Cuadro D - 9: Tiempos y distancias de la Ruta RDF	81
Cuadro D - 10: Tiempos y distancias de la Ruta RRR.....	81
Cuadro D - 11: Ruta RDF1	82
Cuadro D - 12: Ruta RDF2	83
Cuadro D - 13: Ruta RRR1	84
Cuadro D - 14: Ruta RRR2	85
Cuadro E - 1: REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE	86
Cuadro E - 2: EXCAVACIÓN 0 - 1,5 (m) TERRENO BLANDO	87
Cuadro E - 3: ZAPATAS DE Ho. Ao.....	88

Cuadro E - 4: CIMIENTO DE HORMIGÓN CICLOPEO.....	89
Cuadro E - 5: SOBRECIMIENTO.....	90
Cuadro E - 6: COLUMNAS DE Ho. Ao.	91
Cuadro E - 7: MURO LADRILLO 12 (cm) 6H.....	92
Cuadro E - 8: VIGA DE ENCADENADO DE Ho. Ao.....	93
Cuadro E - 9: LOSA ALIVIANADA DE Ho. Ao.	94
Cuadro E - 10: EMPEDRADO Y CONTRAPISO DE Ho.....	95
Cuadro E - 11: PISO ENLUCIDO FINO.....	96
Cuadro E - 12: REVOQUE INTERIOR DE YESO.....	97
Cuadro E - 13: REVOQUE CIELO RASO S/LOSA.....	98
Cuadro E - 14: REVOQUE EXTERIOR.....	99
Cuadro E - 15: VENTANA METÁLICA (angular 1" x 1/8").....	100
Cuadro E - 16: PUERTA PLANCHA METÁLICA.....	101
Cuadro E - 17: PROV. Y COLOC. TUBERÍA PVC DE 2" E-40 C/JUNTA DE GOMA	102
Cuadro E - 18: DUCHA.....	103
Cuadro E - 19: INODORO (ARTEFACTO).....	104
Cuadro E - 20: LAVAMANOS (ARTEFACTO).....	105
Cuadro E - 21: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO.....	106
Cuadro E - 22: PROV. E INST. ILUMINACIÓN INCANDESCENTE.....	107
Cuadro E - 23: CUBIERTA STEEL FRAME C/CALAMINA OND.	108
Cuadro E - 24: Matriz de Leopold.....	109

GLOSARIO

ED	Eficiencia de la divisa
EPP	Equipo de protección personal
MOC	Mano de obra calificada
MONCR	Mano de obra no calificada rural
MONCU	Mano de obra no calificada urbana
MOSC	Mano de obra semi calificada
PET	Polietileno tereftalato
RDF	Ruta de disposición final
RPC	Razón precio cuenta
RRR	Ruta de residuos reciclables
RSU	Residuo sólido urbano
TIR	Tasa interna de retorno
TIRE	Tasa interna de retorno social
VAN	Valor actual neto
VANE	Valor actual neto social

RESUMEN

El proyecto busca mejorar la gestión de residuos sólidos en esta ciudad boliviana, que enfrenta importantes desafíos en infraestructura y financiamiento. La inadecuada gestión de residuos ha generado problemas de contaminación ambiental y afectaciones a la salud pública, lo que subraya la necesidad de una solución integral y sostenible. El aumento de residuos sólidos debido al crecimiento poblacional es un tema clave en la propuesta.

En Caranavi, la generación de residuos ha ido en aumento, destacando los residuos orgánicos, reciclables, no aprovechables, peligrosos y especiales. En 2022, se generaron 4.604 toneladas métricas (TM) de residuos orgánicos, la mayor cantidad en comparación con los otros tipos. Este incremento de residuos, asociado al crecimiento demográfico, exige una respuesta técnica que contemple la clasificación, tratamiento y disposición final adecuada de los desechos para reducir el impacto ambiental y sanitario.

El proyecto tiene como objetivo general diseñar una planta de recolección y tratamiento de residuos sólidos urbanos en Caranavi. Entre los objetivos específicos se incluyen el diagnóstico de la situación actual, el diseño de un sistema eficiente de recolección y transporte de residuos, el estudio de ingeniería de la planta y la evaluación de impactos ambientales, así como un análisis económico que permita la viabilidad del proyecto. Esto permitirá optimizar el manejo de residuos en la ciudad.

La experiencia de la planta de tratamiento de residuos inaugurada en Riberalta, Beni, en 2019, sirve como referencia para este proyecto. Dicha planta utiliza tecnologías avanzadas para la clasificación, tratamiento de lixiviados, compostaje y manejo de residuos peligrosos. Este ejemplo destaca la importancia de una infraestructura adecuada para la gestión integral de residuos sólidos, la cual Caranavi también busca implementar a través de este diseño técnico.

Finalmente, este proyecto tiene un impacto social significativo, al mejorar la calidad de vida de la población de Caranavi, tanto pobre como no pobre, mediante la provisión de un

servicio eficiente de manejo de residuos. La iniciativa no solo abordará la contaminación ambiental y sus consecuencias para la salud, sino que también reducirá las desigualdades sociales y económicas al involucrar a toda la comunidad en el proceso de gestión de residuos.

Los resultados indican que, a lo largo de 10 años, la inversión total necesaria es de 2.831.746 (Bs.). El proyecto sin financiamiento tiene de un VAN = 89.701 (Bs) y un TIR = 23%, mientras que el proyecto con financiamiento tiene un VAN = 1.667.153 y un TIR = 28%, finalmente se tiene un VAN SOCIAL = 2.813.942 y un TIR SOCIAL = 32%, por lo tanto, el proyecto es viable y eficiente.

SUMMARY

The project seeks to improve solid waste management in this Bolivian city, which faces significant challenges in infrastructure and financing. Inadequate waste management has generated problems of environmental contamination and impacts on public health, which underlines the need for a comprehensive and sustainable solution. The increase in solid waste due to population growth is a key issue in the proposal.

In Caranavi, waste generation has been increasing, highlighting organic, recyclable, unusable, dangerous and special waste. In 2022, 4,604 metric tons (MT) of organic waste were generated, the largest amount compared to the other types. This increase in waste, associated with population growth, requires a technical response that includes the classification, treatment and adequate final disposal of waste to reduce the environmental and health impact.

The general objective of the project is to design a plant for the collection and treatment of urban solid waste in Caranavi. Specific objectives include the diagnosis of the current situation, the design of an efficient waste collection and transportation system, the engineering study of the plant and the evaluation of environmental impacts, as well as an economic analysis that allows the viability of the project. This will allow optimization of waste management in the city.

The experience of the waste treatment plant inaugurated in Riberalta, Beni, in 2019, serves as a reference for this project. This plant uses advanced technologies for classification, leachate treatment, composting and hazardous waste management. This example highlights the importance of adequate infrastructure for comprehensive solid waste management, which Caranavi also seeks to implement through this technical design.

Finally, this project has a significant social impact, by improving the quality of life of the population of Caranavi, both poor and non-poor, through the provision of an efficient

waste management service. The initiative will not only address environmental pollution and its health consequences, but will also reduce social and economic inequalities by involving the entire community in the waste management process.

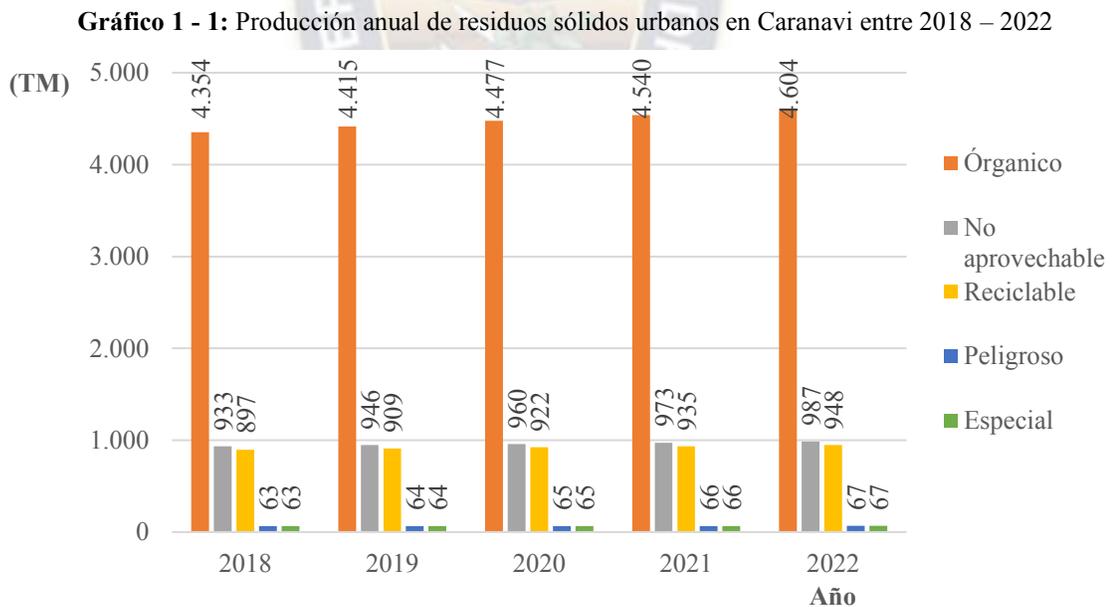
The results indicate that, over 10 years, the total investment required is 2,831,746 (Bs.). The project without financing has a NPV = 89,701 (Bs) and an IRR = 23%, while the project with financing has a NPV = 1,667,153 and an IRR = 28%, finally we have a SOCIAL NPV = 2,813,942 and a SOCIAL IRR = 32%, therefore, the project is viable and efficient.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Bolivia, el manejo integral de residuos sólidos urbanos enfrenta desafíos importantes debido a la carencia de infraestructura adecuada y recursos financieros limitados. A pesar de los esfuerzos para mejorar el manejo integral de residuos sólidos, persisten problemas de contaminación ambiental y salud pública en varias regiones del país, destacando la necesidad de soluciones integrales y sostenibles.

La generación de residuos sólidos en la ciudad de Caranavi se incrementa en cada gestión debido al crecimiento poblacional que va en ascenso en los últimos años, los residuos generados se clasifican en 5 tipos: orgánicos, reciclables, no aprovechables, peligrosos y especiales. En la siguiente gráfica se muestra la generación anual de residuos expresados en toneladas métricas (TM) entre las gestiones 2018 y 2022.



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro A – 2, Anexo A.

En la ciudad de Caranavi se generó la siguiente cantidad de residuos sólidos en la gestión 2022; 4.604 (TM) de residuos orgánicos, 987 (TM) de residuos no aprovechables, 909 (TM) de residuos reciclables, 67 (TM) de residuos peligrosos y 67 (TM) de residuos

especiales. Se puede observar que los residuos orgánicos son los que se generan en mayor cantidad con respecto a los demás.

En 2019, se inauguró en Riberalta, Beni, una de las primeras plantas de tratamientos de residuos sólidos en Bolivia. Esta instalación permite la clasificación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, la elaboración de compost orgánico, el confinamiento de residuos hospitalarios, y el tratamiento de los lixiviados del relleno sanitario. La planta cuenta con un laboratorio para el tratamiento de lixiviados, un área de compostaje, una compactadora y una enfardadora para el reciclaje, una macro celda de disposición final, un galpón para residuos peligrosos, y una caseta de transformadores. (La Época, 2019).

De acuerdo a un estudio realizado en el año 2022 por la Embajada de España, en Bolivia principalmente se realiza el tratamiento de 3 tipos de residuos sólidos reciclables: botellas PET, papel/cartón y aluminio (Melgar, 2022).

1.2. Análisis y Problema

1.2.1. Análisis de la Problemática

La falta de planificación y la ausencia de campañas de reciclaje agravan la problemática ambiental en Caranavi. Estas deficiencias destacan la necesidad urgente de que el Gobierno Municipal de Caranavi empiece a darle la relevancia que amerita el manejo integral de residuos sólidos.

La deficiencia en el servicio de aseo urbano en Caranavi incluye recolección inadecuada, falta de tratamiento de residuos, personal no capacitado y ausencia de planificación para separación diferenciada en origen. Estos problemas resultan en una acumulación descontrolada de residuos sólidos y efectos negativos sobre el medio ambiente.

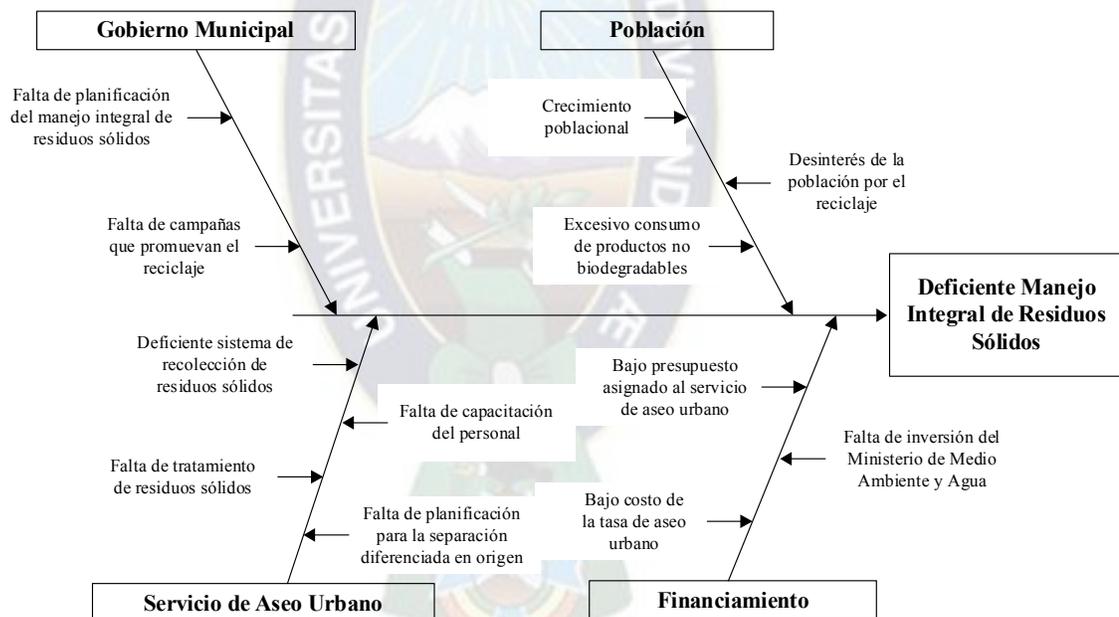
El crecimiento poblacional en Caranavi impulsa un mayor consumo de productos no biodegradables, y existe desinterés por el reciclaje. Este contexto, sumado a un deficiente

servicio de aseo urbano, contribuye a la generación excesiva de residuos sólidos y reduce la vida útil del relleno sanitario.

El insuficiente financiamiento se refleja en un bajo presupuesto para el servicio de aseo urbano, una tasa económica para los ciudadanos y una limitada inversión del Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Como consecuencia no se cuenta con personal capacitado, no existe planificación ni infraestructura para la recolección y el tratamiento adecuados de residuos sólidos.

1.2.2. Diagrama de Ishikawa

Gráfico 1 - 2: Diagrama de causa y efecto



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Análisis de la Problemática.

La falta de planificación y campañas de reciclaje, junto con deficiencias en el servicio de aseo urbano, como recolección inadecuada y ausencia de personal capacitado, agravan los problemas ambientales. El insuficiente financiamiento, manifestado en un bajo presupuesto y limitada inversión, contribuye a una acumulación descontrolada de residuos sólidos y afecta negativamente al medio ambiente.

1.2.3. Planteamiento del Problema

¿Cómo mejorar el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos mediante la realización del Diseño Técnico de una Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Caranavi?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos para mejorar el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Caranavi.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico sobre la situación actual del manejo integral de residuos sólidos en la ciudad de Caranavi para desarrollar planes de acción complementarios.
- Diseñar un sistema eficiente de recolección y transporte de residuos sólidos para el abastecimiento de la planta de tratamiento.
- Realizar el estudio de ingeniería del proyecto para determinar la capacidad y la eficiencia de la Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.
- Evaluar los impactos ambientales que se puede generar con la realización del proyecto para proponer medidas preventivas y correctivas que reduzcan su impacto negativo en el medio ambiente.
- Determinar la evaluación económica del proyecto.

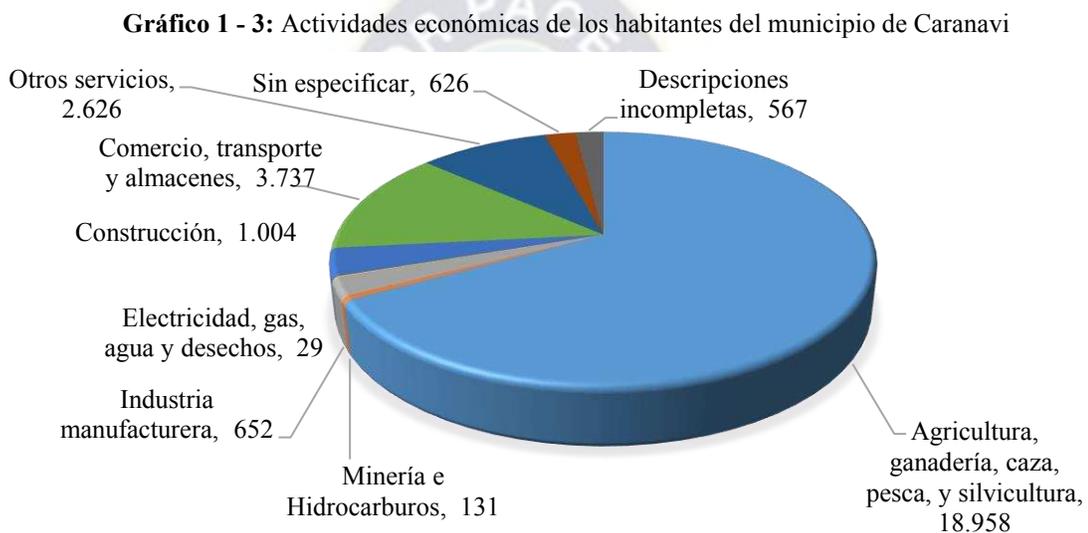
1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Técnica

El diseño técnico de la planta se basará en tecnologías sostenibles y adecuadas a las necesidades y características de la ciudad de Caranavi, garantizando la eficiencia y seguridad en la gestión de los residuos. Además, el proyecto contempla la implementación de medidas para la sensibilización y educación de la población en la gestión adecuada de los residuos, lo que contribuirá a la reducción de la generación de residuos sólidos.

1.4.2. Justificación Económica

En la Gráfica 1 – 4 se presenta las actividades económicas de los habitantes del municipio de Caranavi, entre ellas están; agricultura, ganadería, caza, pesca, y silvicultura, minería e hidrocarburos, industria manufacturera, electricidad, gas, agua y desechos, construcción, comercio, transporte y almacenes, otros servicios, sin especificar y descripciones incompletas.



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del (Anexo A – 3, Anexo).

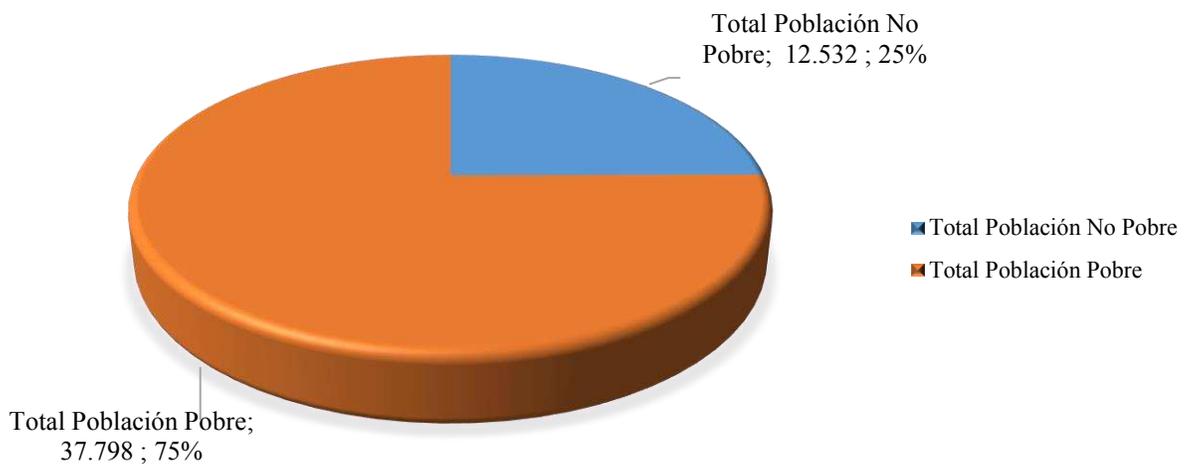
La mayoría de la población se desenvuelve en las actividades de agricultura, ganadería, caza, pesca, y silvicultura, con 18.958 personas, le sigue con 3.737 personas las actividades de construcción, comercio, transporte y almacenes y 29 personas tienen que ver con actividades económicas de electricidad, gas, agua y desechos.

La Planta de Recolección y Tratamiento de residuos llegará a generar empleo en las áreas de recolección, transporte, procesamiento y administración de residuos, lo que contribuye a la economía local y mejora las oportunidades de empleo, de esta manera se espera mejorar la economía de los directa e indirectamente involucrados con el proyecto.

1.4.3. Justificación Social

La Gráfica 1 – 5 fue extraída de la página web del Instituto Nacional de Estadística, más conocido por sus siglas como INE, esta gráfica nos muestra las categorías sociales que existen en el municipio de Caranavi, la cual se compone de 2 grandes grupos para su análisis, los cuales son; población pobre y población no pobre.

Gráfico 1 - 4: Categorías de pobreza en el Municipio de Caranavi



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del (Anexo A – 4, Anexo).

De acuerdo al análisis realizado en el párrafo anterior, en el municipio de Caranavi existen 37.798 personas que son consideradas población pobre, que representa el 75% de la población total del municipio, 12.532 personas están dentro la consideración de población no pobre, esta población representa el 25% de la población total del municipio.

Con la elaboración del proyecto se quiere mejorar la calidad de vida del municipio de Caranavi al proporcionar a la población, un servicio de recolección y tratamiento de residuos sólidos adecuado y eficiente, además de promover la igualdad de oportunidades y reducir las desigualdades sociales, involucrando a la población pobre y población no pobre.

1.4.4. Justificación Legal

Es importante que la parte legal del proyecto se realice de manera rigurosa y exhaustiva, para evitar posibles consecuencias negativas como sanciones, multas, demandas o incluso la suspensión del proyecto. Además, contar con una justificación legal sólida puede generar confianza y credibilidad en los inversores, colaboradores y demás partes interesadas en el proyecto. Estas son las leyes y normas que se ven involucradas con los residuos sólidos:

- Constitución Política del Estado
- Ley de Derechos de la Madre Tierra N°071
- Ley de Medio Ambiente N°1333
- Ley de Gestión Integral de Residuos N°755
- Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM)

En la **Constitución Política del Estado** se hace mención a las competencias que se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, tocando dos puntos directamente residuos industriales y tóxicos y proyectos de agua potable y tratamiento de residuos sólidos (Constitución Política del Estado, 2009).

La **Ley de Derechos de la Madre Tierra N°071** habla de reconocer los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos, hace hincapié en el cuidado de la naturaleza que abarca suelo, aire, agua, fauna y flora (Ley de Derechos de la Madre Tierra N°071, 2010).

La **Ley de Medio Ambiente N°1333** tiene como objetivo fundamental la protección y conservación del Medio Ambiente, consta de diversos instrumentos regulatorios formalizados mediante Decreto Supremo (D.S.) N°24176, entre los cuales, se encuentran el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos y el Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (Ley de Medio Ambiente N°1333, 1992).

La **Ley de Gestión Integral de Residuos N°755** tiene como propósito, establecer las directrices y regulaciones legales que rigen la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia. Se da prioridad a la prevención para reducir la producción de residuos, promoviendo su reutilización y asegurando una disposición final que sea segura tanto para el medio ambiente como para la salud. Estas medidas se enmarcan en el respeto de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho de las personas a vivir en un entorno sano y equilibrado (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755, 2015).

1.4.5. Justificación Ambiental

Este proyecto se basa en la necesidad de mejorar el manejo integral de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Caranavi, para prevenir la contaminación y contribuir a un desarrollo sostenible de la región. Además, promovería la educación ambiental y el cumplimiento de regulaciones ambientales, lo que aportaría beneficios a largo plazo tanto para el entorno natural como para la comunidad local.

1.5. Alcances y Limitaciones

El proyecto abarcará la recolección de residuos sólidos no aprovechables y de los residuos sólidos reciclables (botellas PET, papel/cartón y aluminio).

Los residuos sólidos no aprovechables serán transportados al relleno sanitario, gestionado por el Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi, ubicado en la comunidad de Pachamama, cuya inauguración está programada para el año 2024. Este relleno contará con las condiciones técnicas adecuadas para garantizar la disposición final controlada y segura de dichos residuos.

Por otra parte, los residuos sólidos reciclables serán transportados a la planta de recolección y tratamiento de residuos sólidos urbanos que se propone en el presente proyecto, que estará ubicada en la zona Gral. Federico Román para su adecuado tratamiento y posterior transporte a las grandes empresas que compran material reciclable en la ciudad de La Paz.

Los residuos orgánicos serán recolectados y transportados por la alcaldía a la compostera a cargo del Gobierno Municipal de Caranavi, ubicada en la comunidad Bautista Saavedra, que será inaugurada en la gestión 2024.

La recolección y disposición final de los residuos peligrosos y residuos especiales, estarán bajo la responsabilidad del Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi, dado que su gestión exige procedimientos diferenciados para su recolección y tratamiento, cumpliendo con normativas específicas de manejo seguro y minimización de riesgos ambientales y sanitarios.



CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Residuo sólido urbano

Los residuos sólidos urbanos son aquellos elementos, objetos o sustancias generados y desechados producto de actividades realizadas en los núcleos urbanos y rurales, comprendiendo aquellos cuyo origen sea doméstico, comercial, institucional, asistencial e industrial no especial asimilable a los residuos domiciliarios (Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos Ley N°13592, 2006).

2.1.2. Recolección de residuos

Operación consistente en recoger los residuos generados para ser transportados a instalaciones de transferencia, tratamiento o a un sitio de confinamiento o disposición final (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755, 2015).

2.1.3. Planta de tratamiento

Una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos es aquella instalación donde mediante procesos mecánicos, biológicos, físicos, químicos, térmicos o por combinación de estos, se modifican las características de los residuos para aprovecharlos, estabilizarlos, reducir su volumen, o bien para obtener un residuo menos peligroso para realizar de forma más segura su transporte y disposición final (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755, 2015).

2.1.4. Reciclaje

Proceso que sufre un material o producto para ser incorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente (Norma Boliviana NB 742-760, 1996).

2.1.5. Residuos reciclables

Son todos los residuos, que pueden ser aprovechados como materia prima en procesos de fabricación del mismo producto a partir del cual se generó o de otro producto (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755, 2015).

2.1.6. Residuos no aprovechables

Son todos los residuos que no puede ser aprovechados mediante reutilización, reciclaje o tratamiento biológico (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755, 2015).

2.1.7. Separación en origen de residuos

Operación de segregación o clasificación de las diferentes tipologías o fracciones de residuos en el lugar dónde estos son generados con la finalidad de facilitar su recolección diferenciada y garantizar posteriormente su aprovechamiento de calidad.

2.1.8. Aseo urbano

Se refiere al conjunto de actividades y servicios destinados a la limpieza, mantenimiento y recolección de residuos sólidos en las áreas públicas de una ciudad o municipio. Esto incluye la recolección de basura, barrido de calles, limpieza de parques, plazas y áreas comunes, con el objetivo de garantizar un entorno saludable, estético y funcional para los habitantes (Méndez, 2019).

2.1.9. Razón precio cuenta (RPC)

La aplicación de la Razón Precio Cuenta en proyectos sociales se manifiesta a través de la consideración de diversos factores influyentes, como la mano de obra y la eficiencia económica. En este contexto, se utilizan coeficientes específicos para diferentes categorías laborales, como MONCR, MONCU, MOSC y MOC, que representan la mano de obra no calificada rural, mano de obra no calificada urbana, mano de obra semi calificada y mano de obra calificada, respectivamente. La eficiencia de la divisa (ED) también desempeña un papel crucial, siendo un multiplicador que refleja la eficiencia general de los recursos monetarios utilizados.

2.2. Marco Normativo

2.2.1. Ley de Medio Ambiente N°1333

El proyecto se encuentra respaldado por el marco normativo establecido en la Ley de Medio Ambiente N°1333. Esta legislación ambiental proporciona las directrices y

requisitos legales necesarios para la planificación, implementación y operación de instalaciones de gestión de residuos, asegurando un enfoque integral y sostenible.

Dentro del contexto normativo de esta ley, se destacan los siguientes aspectos clave:

- **Autorización Ambiental:** La normativa establece la necesidad de obtener autorizaciones ambientales para la construcción y operación de instalaciones relacionadas con la gestión de residuos sólidos urbanos. El proyecto debe cumplir con los requisitos y procedimientos especificados para obtener la aprobación correspondiente.
- **Normas Técnicas:** La Ley de Medio Ambiente 1333 establece normas técnicas y estándares de calidad ambiental que deben ser cumplidos por las instalaciones de gestión de residuos. El diseño técnico de la planta deberá ajustarse a estas normativas para garantizar la adecuada gestión ambiental y la minimización de impactos negativos.
- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** La legislación exige la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental para proyectos que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente.
- **Residuos Especiales:** La Ley de Medio Ambiente 1333 contiene disposiciones específicas relacionadas con la gestión de residuos especiales, como aceites, productos químicos peligrosos, etc.
- **Responsabilidad Ambiental:** La normativa establece principios de responsabilidad ambiental, lo que implica que los responsables de la planta deben adoptar medidas para prevenir, mitigar y remediar cualquier impacto negativo en el medio ambiente.

2.2.2. Ley de Gestión Integral de Residuos N°755

Esta ley, promulgada con el objetivo de regular y promover prácticas sostenibles en la gestión de residuos, proporciona el marco normativo esencial para la planificación, implementación y operación de infraestructuras destinadas al manejo eficiente de los residuos sólidos urbanos.

La Ley de Gestión Integral de Residuos N°755 establece las directrices fundamentales para la clasificación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Algunos puntos destacados que orientan el proyecto son los siguientes:

- Responsabilidad compartida: La ley subraya la responsabilidad compartida entre el Estado, los gobiernos municipales, la sociedad y los generadores de residuos en el manejo integral de los mismos. Esto implica la participación activa de todos los actores involucrados en el ciclo de vida de los residuos sólidos.
- Jerarquía de manejo integral de residuos: La normativa establece la jerarquía de manejo integral de residuos, dando prioridad a la reducción en origen, la reutilización y el reciclaje. La disposición final en vertederos sanitarios controlados es considerada como la última opción.
- Planes de manejo integral de residuos: La ley insta a los gobiernos municipales a elaborar y ejecutar planes de gestión integral de residuos, los cuales deben contemplar la implementación de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.
- Promoción del reciclaje: La normativa fomenta activamente la promoción del reciclaje y la valorización de los residuos. En este contexto, el diseño de la planta debe incorporar sistemas que faciliten la separación y recuperación de materiales reciclables.

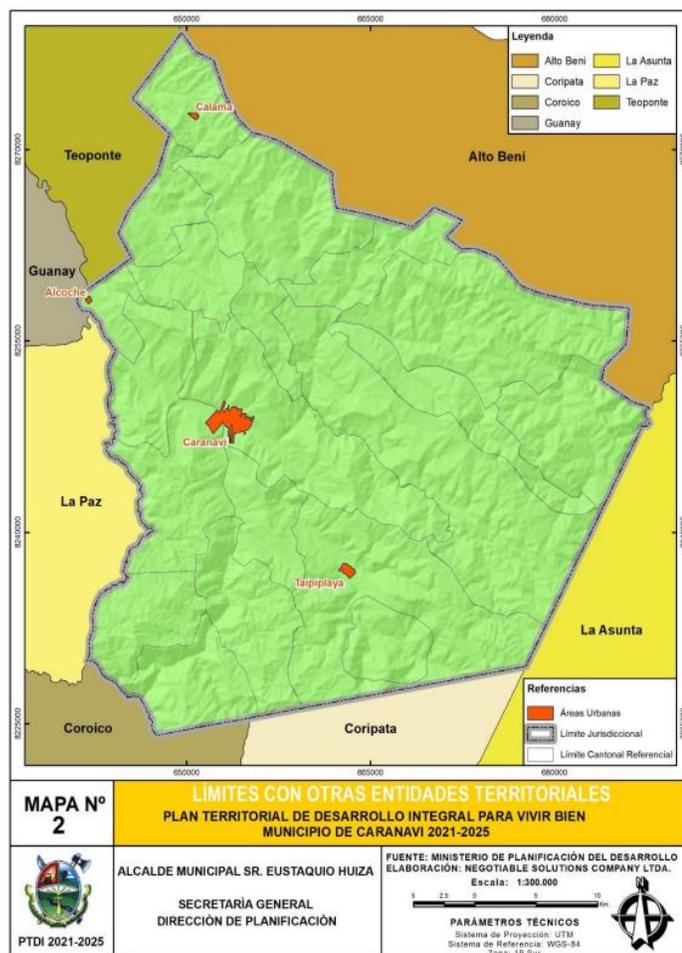
El proyecto se alinea con estos principios normativos, buscando no solo cumplir con las exigencias legales sino también contribuir activamente a la mejora del manejo integral de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Caranavi, promoviendo prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

2.3. Diagnóstico de la ciudad de Caranavi

La ciudad de Caranavi es la capital de la Provincia Caranavi, ubicada en la región de los yungas del Departamento de La Paz, en las coordenadas 653580.28 m E y 8248920.67 m

S. La altitud con respecto al nivel del mar varía entre 319 (m) y 2.736 (m). (Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi [GAMC], 2022)

Ilustración 2 - 1: Ubicación Geográfica de la ciudad de Caranavi



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del (Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi [GAMC], 2022).

2.3.1. Diagnóstico actual de la gestión de residuos sólidos.

De acuerdo al Área de Aseo Urbano del municipio, la producción per cápita de residuos sólidos en la ciudad de Caranavi es de 0,745 kg/día por habitante. El servicio de barrido, recolección y disposición final de los residuos está a cargo de la Alcaldía, pero no incluye el tratamiento de materiales reciclables ni prioriza la reducción de desechos desde su origen, lo que limita su efectividad.

Para realizar el barrido y recolección de los residuos sólidos de las calles se utiliza: escobas, rastrillos, yutes y palas, pero no existe la cantidad de contenedores metálicos suficientes para depositar los diferentes tipos de residuos que se generan en las diferentes zonas de la ciudad.

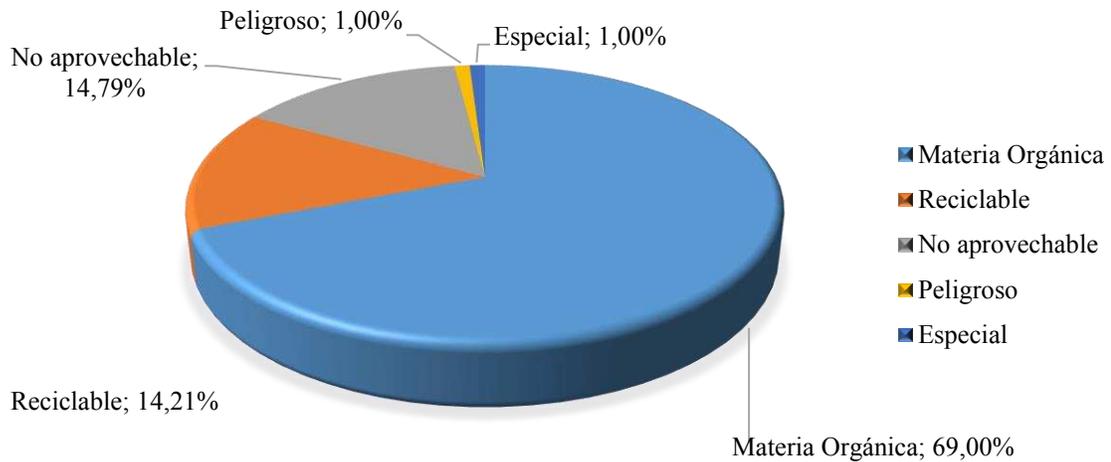
En el municipio no se realiza un aprovechamiento integral de los residuos sólidos debido a la falta de tratamiento adecuado de los residuos orgánicos, que son depositados en su totalidad en el relleno sanitario. Además, la recolección de materiales reciclables se lleva a cabo de manera informal, exponiendo a los recolectores a focos de contaminación y riesgos sanitarios.

A causa de una cobertura incompleta del servicio, se generan a diario botaderos improvisados en terrenos baldíos, orillas de los ríos (Río Yara y Río Coroico), parques, calles y avenidas de la ciudad. Y además se reduce el tiempo de vida útil del relleno sanitario.

La ciudad de Caranavi cuenta con un relleno sanitario el cual ya está a punto de cumplir su vida útil, específicamente el mes de diciembre de la gestión 2023 se realizará el cierre del mismo.

De acuerdo con datos obtenidos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua sobre los residuos en la ciudad de Caranavi, se destaca que la materia orgánica, con el 69,00% del total. La fracción reciclable es del 14,21%, indicando una oportunidad para fortalecer programas de reciclaje. Sin embargo, el 14,79% son residuos no aprovechables y los residuos peligrosos y especiales ambos con 1%, requieren atención particular en términos de manejo y disposición adecuada para minimizar impactos ambientales y riesgos para la salud. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, [MMAyA], 2023)

Gráfico 2 - 1: Composición de los residuos sólidos en la ciudad de Caranavi



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B - 1, Anexo B.

En Caranavi, los datos revelan un predominio de residuos orgánicos, indicando la necesidad de procesos de tratamiento específicos. Aunque hay potencial de reciclaje, la proporción considerable de residuos no aprovechables destaca la importancia de mejorar la clasificación en la fuente y abordar los residuos peligrosos para una gestión sostenible.

2.3.2. Encuesta

Para determinar el estado de la situación actual del manejo integral de residuos sólidos de la ciudad de Caranavi, se llevó a cabo una encuesta mediante la herramienta Google Forms, con una serie de preguntas estructuradas para fines de investigación explicados en el Cuadro B – 1, Anexo B.

Inicialmente se debe calcular el tamaño de muestra “n”, a partir de la cantidad de usuarios registrados en la empresa DELAPAZ (Cuadro B – 2, Anexo B) de las diferentes zonas de la ciudad de Caranavi, sin tomar en cuenta las urbanizaciones, para lo cual utilizaremos la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)}$$

$$n = \frac{5.491 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,08^2 * (5.491 - 1) + (1,96^2 * 0,5 * 0,5)} = 146$$

Donde:

N = 5.491 usuarios

Z = 1,96

p = 0,5

q = 0,5

e = 0,08

El valor obtenido de n =146 representa el tamaño mínimo de encuestas necesarias para garantizar que los datos recopilados sean representativos de la población total, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 8%. Determinaremos cuantas encuestas se realizarán en cada zona, basándonos en la información proporcionada por la empresa DELAPAZ, dando como resultado:

Cuadro 2 - 1: Determinación del número de encuestas a realizar por zona

N°	Zona	Usuarios	Encuestas
1	Central	685	19
2	Villa Yara	623	17
3	Villa Esperanza	585	16
4	Jardín Botánico	569	15
5	13 de Diciembre	501	14
6	Villa La Paz	475	13
7	Prolongación Yara	363	10
8	Villa Juanita	306	8
9	Barrio Unidad	290	8
10	Nueva Generación	272	7
11	Gral. Federico Román	244	6
12	Manchego	197	5
13	Broncini	153	4
14	Panamericana	84	2
15	Platanal	76	1
16	Mercurio	68	1
Total		5.491	146

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B - 1, Anexo B.

2.3.2.1. Tabulación y análisis de los resultados

Para conocer cuantas personas habitan en cada vivienda, se preguntó a los encuestados cuantas personas habitan en la casa donde vive.

Cuadro 2 - 2: Promedio de habitantes por casa

N°	¿Cuántas personas habitan en la casa donde usted vive?	Hab/Casa
1	Central	6
2	Villa Yara	5
3	Villa Esperanza	5
4	Prolongación Yara	5
5	Jardín Botánico	4
6	13 de Diciembre	4
7	Villa La Paz	4
8	Villa Juanita	4
9	Nueva Generación	4
10	Barrio Unidad	4
11	Gral. Federico Román	4
12	Manchego	4
13	Broncini	4
14	Panamericana	4
15	Platanal	4
16	Mercurio	4

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B - 1, Anexo B.

En promedio, en la mayoría de las zonas del área urbana habitan 4 personas por vivienda; mientras que en la zona central este número asciende a 6, esto se debe a que dicha área ubicada en el centro de la ciudad, es donde se concentra la mayor cantidad de viviendas y actividades comerciales, lo que atrae a más residentes por vivienda.

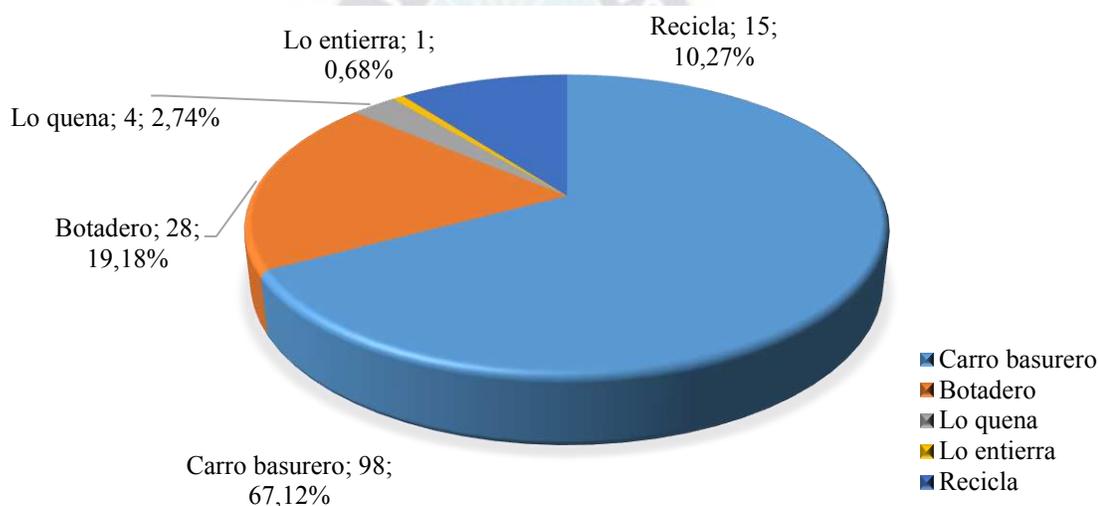
Para conocer cómo se elimina la basura en la ciudad, se consultó a los encuestados de qué manera eliminan la basura de sus casas. Un total de 98 personas respondieron que eliminan su basura a través del carro basurero, también destaca que 15 personas respondieron que reciclan su basura.

Cuadro 2 - 3: Eliminación de la basura

¿De qué manera elimina la basura de su casa?	Frecuencia	Porcentaje
Carro basurero	98	69,18%
Botadero	28	23,97%
Lo quena	4	3,42%
Lo entierra	1	1,37%
Recicla	15	2,05%
Total	146	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B - 2, Anexo B.

Gráfico 2 - 2: Eliminación de la basura



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del cuadro 2 - 3.

Para conocer si existe separación de la basura en origen, se consultó a los encuestados si realizan algún tipo de separación de su basura en casa. Los resultados de la encuesta muestran que casi el 90%, es decir, 128 personas respondieron que no realizan ningún tipo de separación de su basura.

Cuadro 2 - 4: Separación de la basura

¿Realiza algún tipo de separación de la su basura en su casa?	Frecuencia	Porcentaje
Si	18	12,33%
No	128	87,67%
Total	146	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B - 2, Anexo B.

Para conocer que residuos reciclables se generan a diario, se consultó a los encuestados cuales de estos residuos reciclables generan a diario en sus casas. El resultado muestra que 128 personas, es decir, casi el 88% de los encuestados, indicaron que generan al menos un tipo de residuo reciclable a diario, mientras que 103 personas respondieron que generan botellas PET.

Cuadro 2 - 5: Residuos reciclables generados a diario

¿Cuáles de estos residuos reciclables genera a diario en su casa?	Frecuencia
Botellas PET	103
Papel/cartón	87
Aluminio	39
Otros	128

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B – 2, Anexo B.

Para conocer si la calidad del servicio de aseo urbano es aceptable, se consultó a los encuestados si están conformes con el servicio. Casi el 98% respondió que no, dando una clara señal de que el servicio debe mejorar considerablemente.

Cuadro 2 - 6: Aceptabilidad de la tasa de aseo urbano

¿Está conforme con la calidad del servicio de aseo urbano?	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	2,05%
No	143	97,95%
Total	146	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B – 2, Anexo B.

Para conocer si los usuarios estarían dispuestos a pagar una tarifa de aseo urbano para mejorar la calidad del servicio, se consultó a los encuestados si estarían dispuestos a pagar montos más altos por el servicio de aseo urbano. Más del 50 % respondió que si.

Cuadro 2 - 7: Incremento de la tasa de aseo urbano

¿Estaría dispuesto a pagar una tarifa de aseo urbano más elevada, para que la calidad del servicio sea excelente?	Frecuencia	Porcentaje
Si	81	55,48%
No	65	44,52%
Total	146	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B – 2, Anexo B.

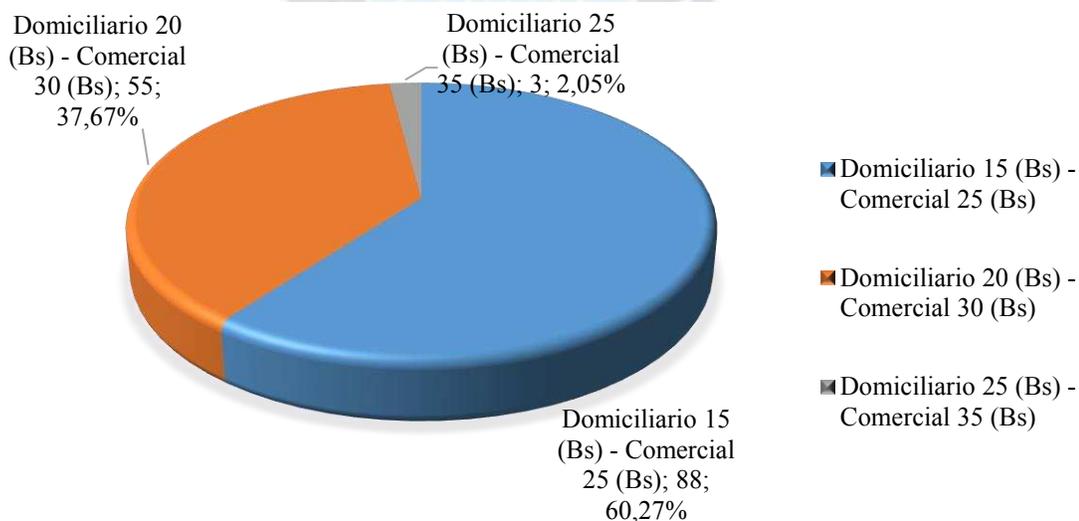
Para conocer cuánto se debería pagar por el servicio de aseo urbano, se consultó a los encuestados cuales deberían ser las tarifas de aseo urbano para que la calidad del servicio sea excelente.

Cuadro 2 - 8: Tarifas de la tasa de aseo urbano

¿Cuáles cree que deberían ser las tarifas de la tasa de aseo urbano para que la calidad del servicio sea excelente?	Frecuencia	Porcentaje
Domiciliario 15 (Bs) - Comercial 25 (Bs)	88	60,27%
Domiciliario 20 (Bs) - Comercial 30 (Bs)	55	37,67%
Domiciliario 25 (Bs) - Comercial 35 (Bs)	3	2,05%
Total	146	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B – 2, Anexo B.

Gráfico 2 - 3: Tasa de aseo urbano



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 8.

El 60,27% opina que las tarifas de aseo urbano deberían ser: domiciliario 15 (Bs) y comercial 25 (Bs). Estos resultados sugieren un respaldo generalizado a la idea de mejorar el servicio de aseo urbano, lo que resulta ser de gran importancia para la exitosa realización del presente proyecto.

2.3.3. Trabajo de campo

Para el desarrollo de este proyecto, se dividió las 16 zonas del área urbana de la ciudad de Caranavi en 4 sectores:

Cuadro 2 - 9: Distribución de las zonas de la ciudad de Caranavi en 4 sectores

Sector	N°	Zona
A	1	Gral. Federico Román
	2	Nueva Generación
	3	Villa La Paz
B	4	Panamericana
	5	Prolongación Yara
	6	Villa Yara
C	7	Barrio Unidad
	8	Central
	9	Jardín Botánico
	10	Mercurio
	11	Platanal
	12	Villa Juanita
D	13	13 de Diciembre
	14	Broncini
	15	Manchego
	16	Villa Esperanza

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de (Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi [GAMC], 2022)

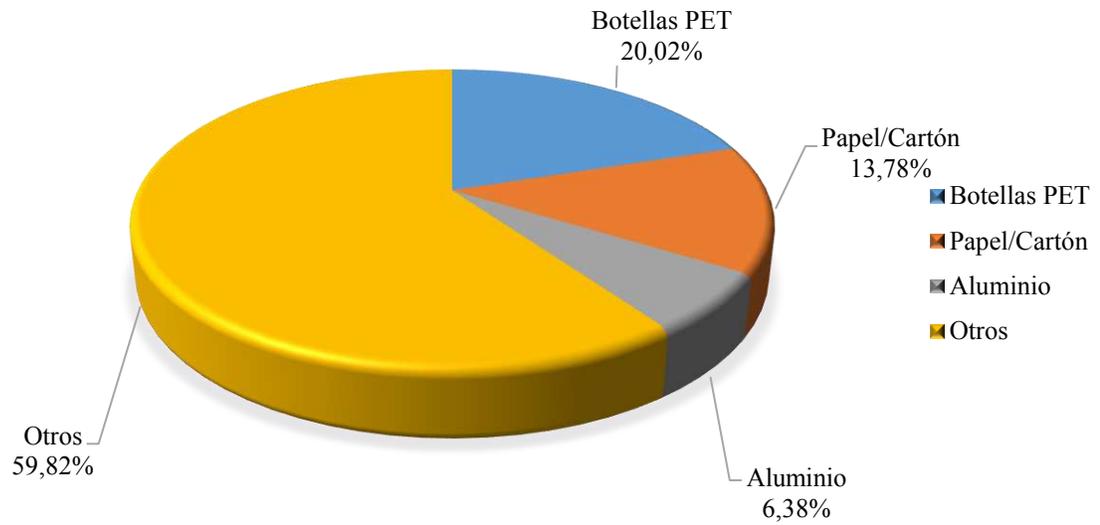
Para determinar la composición porcentual de los residuos reciclables en la ciudad de Caranavi, se seleccionaron 4 familias, una por cada sector. A cada familia se le entregaron 28 bolsas de polietileno negro, para que durante una semana depositen sus residuos reciclables en cuatro grupos: botellas PET, papel/cartón, residuos de aluminio, y en una cuarta bolsa, otros tipos de materiales reciclables generados.

Cuadro 2 - 10: Promedio y porcentaje de las muestras

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Promedio	Porcentaje
botellas PET	81,56	78,62	81,91	72,50	78,65	2,84%
papel/cartón	47,52	60,67	54,27	54,02	54,12	1,96%
aluminio	24,16	24,07	22,33	29,68	25,06	0,91%
otros	211,51	241,37	253,24	233,87	235,00	8,50%
Total	364,76	404,74	411,76	390,07	392,83	14,21%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B – 3, Anexo B.

Gráfico 2 - 4: Composición de los residuos reciclables de la ciudad de Caranavi



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 10.



CAPÍTULO 3. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

3.1. Tamaño

Para calcular la cantidad de habitantes de la gestión 2023, se utilizó la cantidad de usuarios registrados en la empresa DELAPAZ y los resultados de la encuesta que indican el promedio de habitantes por vivienda.

Cuadro 3 - 1: Población de la ciudad de Caranavi gestión 2023

Sector	N°	Zona	Usuarios	Hab/Casa	Habitantes
A	1	Gral. Federico Román	244	4	976
	2	Nueva Generación	272	4	1.088
	3	Villa La Paz	475	4	1.900
B	4	Panamericana	84	4	336
	5	Prolongación Yara	363	5	1.815
	6	Villa Yara	623	5	3.115
C	7	Barrio Unidad	290	4	1.160
	8	Central	685	6	4.110
	9	Jardín Botánico	569	4	2.276
	10	Mercurio	68	4	272
	11	Platanal	76	4	304
	12	Villa Juanita	306	4	1.224
D	13	13 de Diciembre	501	4	2.004
	14	Broncini	153	4	612
	15	Manchego	197	4	788
	16	Villa Esperanza	585	5	2.925
Total			5491		24.905

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la empresa DELAPAZ.

Para determinar la proyección poblacional de la ciudad de Caranavi, utilizaremos el dato anteriormente obtenido y la tasa de crecimiento poblacional de 1,4% obtenida la página Web del INE.

Cuadro 3 - 2: Proyección poblacional de la ciudad de Caranavi para 10 años

Gestión	Habitantes
2023	24.905
2024	25.254
2025	25.607
2026	25.966
2027	26.329
2028	26.698
2029	27.072
2030	27.451
2031	27.835
2032	28.225
2033	28.620
2034	29.020

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 3 – 1.

Posteriormente proyectaremos la cantidad de residuos sólidos no aprovechables que se van a generar en la ciudad de Caranavi en el tiempo que abarca el proyecto, desde la gestión 2025 hasta la 2034. Para calcular esta proyección, se utilizó la producción per cápita de residuos de 0,745 (Kg/día-hab), obtenida del PTDI de Caranavi 2021 – 2025.

Cuadro 3 - 3: Generación de residuos sólidos no aprovechables proyectada para 10 años

Gestión	Habitantes	R.S.N.A. (TM)
2025	25.607	1.030
2026	25.966	1.044
2027	26.329	1.059
2028	26.698	1.074
2029	27.072	1.089
2030	27.451	1.104
2031	27.835	1.119
2032	28.225	1.135
2033	28.620	1.151
2034	29.020	1.167

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 3 – 2 y Cuadro A – 2, Anexo A.

Cuadro 3 - 4: Generación de residuos reciclables proyectada para 10 años

Gestión	Habitantes	Botellas PET (TM)	Papel /Cartón (TM)	Aluminio (TM)
2025	25.607	198	136	63
2026	25.966	201	138	64
2027	26.329	204	140	65
2028	26.698	206	142	66
2029	27.072	209	144	67
2030	27.451	212	146	68
2031	27.835	215	148	69
2032	28.225	218	150	70
2033	28.620	221	152	71
2034	29.020	224	154	72

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 3 – 2 y Cuadro A – 2, Anexo A.

Residuos Sólidos No Aprovechables

Los residuos sólidos no aprovechables son aquellos materiales que no pueden ser procesados o reutilizados mediante los métodos convencionales de reciclaje. Estos materiales son recolectados y enviados disposición final.

Residuos Sólidos Reciclables

De acuerdo al estudio realizado, los 3 tipos de residuos sólidos que más se generan en la ciudad de Caranavi son: botellas PET, papel/cartón y aluminio.

- **Botellas PET:** Son envases elaborados a partir de Tereftalato de Polietileno, utilizados para envasar todo tipo de líquidos.
- **Papel/cartón:** El papel y cartón están compuestos de un material orgánico que se obtiene principalmente a partir de las fibras de celulosa de madera virgen de los árboles (y también reciclada).
- **Residuos de aluminio:** Los residuos de aluminio son envases o contenedores hechos de aluminio, un metal ligero y resistente a la corrosión. Estos residuos se utilizan en una variedad de aplicaciones y son comunes en la vida cotidiana.

3.2. Localización

La elección de la ubicación para un proyecto constituye una decisión a largo plazo que conlleva implicaciones económicas significativas, las cuales deben ser evaluadas con la máxima precisión. Para lograr esto, es esencial que el análisis de la ubicación se lleve a cabo de manera integral, teniendo en cuenta todas las variables relacionadas con el proyecto, como la demanda, el transporte, la competencia y otros factores relevantes.

3.2.1. Macro Localización

La planta de recolección y tratamiento de residuos se encontrará en el área urbana de la ciudad de Caranavi del Municipio de Caranavi, en el Departamento de la Paz.

3.2.2. Micro Localización

Antes de tomar una decisión acerca de la ubicación de la planta, es fundamental considerar detenidamente los siguientes aspectos: la disponibilidad de mano de obra, materia prima, agua, energía y otros recursos, así como la accesibilidad a vías de acceso, la aceptación por parte de la poblacional local y la proximidad a servicios médicos.

3.3. Opciones de Ubicación de la Planta

La elaboración de la matriz de ponderación se llevará a cabo considerando diversos factores cruciales para la selección de la ubicación de la planta. Estos factores se detallan de manera clara en el cuadro que se presenta a continuación, ofreciendo una visión completa de los elementos considerados en el proceso de toma de decisiones.

Cuadro 3 - 5: Matriz de factores relevantes

Factor	DP	MO	VA	DC	AG	EE	AC	Total	Ponderación
Disponibilidad de terreno	X	1	1	1	1	1	0	5	15,63%
Mano de Obra	0	X	1	1	1	1	0	4	12,50%
Vías de acceso	1	1	X	1	0	0	0	3	9,38%
Distancia a la ciudad	1	1	1	X	1	1	1	6	18,75%
Agua	1	0	0	1	X	1	0	3	9,38%
Energía eléctrica	0	1	1	1	1	X	1	5	15,63%
Aceptación de la comunidad	1	1	1	1	1	1	X	6	18,75%
								32	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de investigación realizada en Caranavi.

DP: Disponibilidad de terreno
 DC: Distancia a la ciudad
 AC: Aceptación de la comunidad
 MO: Mano de obra
 AG: Agua
 VA: Vías de acceso
 EE: Energía eléctrica

Para la localización del proyecto se consideró las alternativas de acuerdo a las características de las zonas seleccionadas.

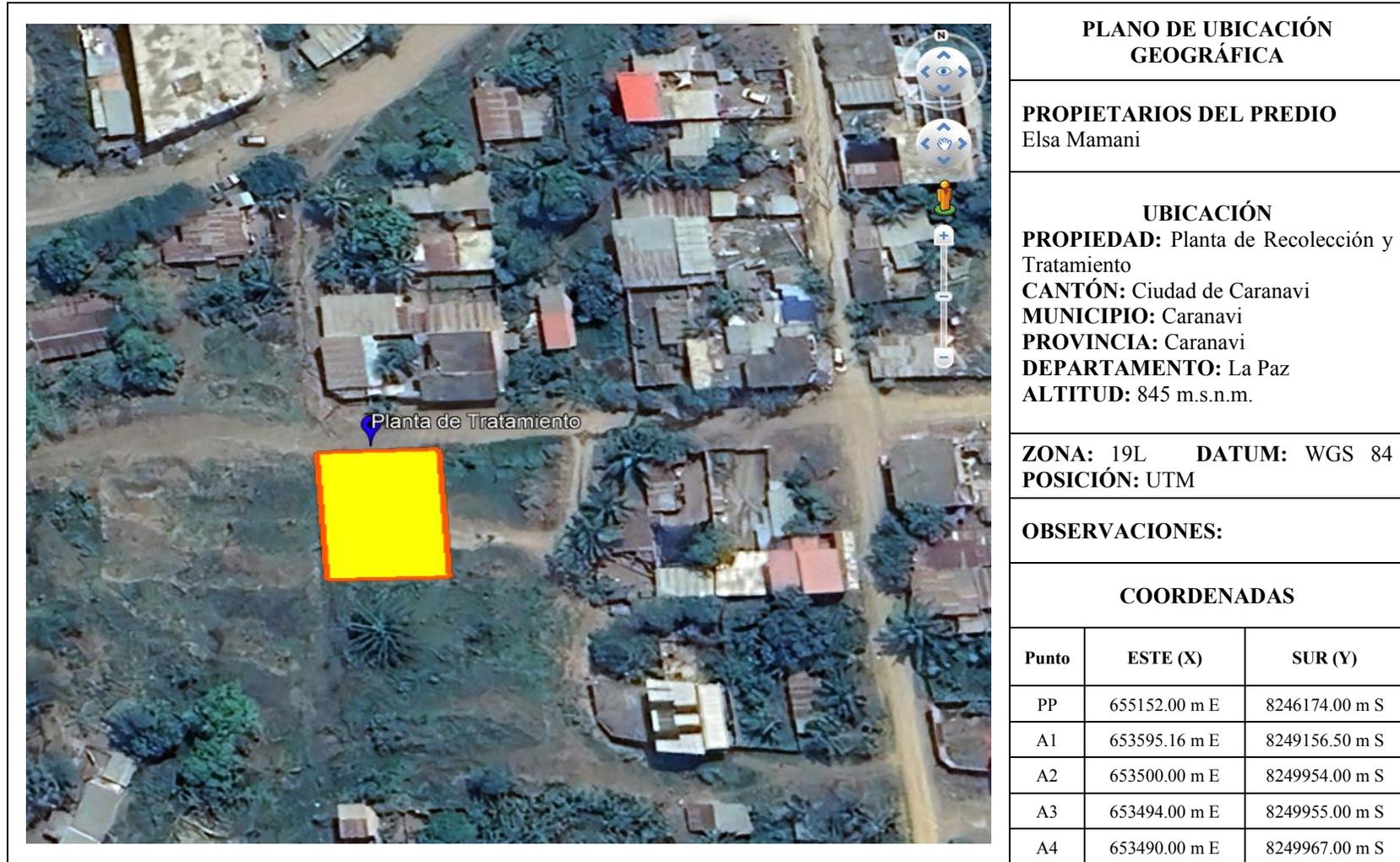
Cuadro 3 - 6: Ponderación para la localización

Factor	Ponderación	Localización A Zona Manchego		Localización B Zona Gral. Federico Román		Localización C Zona Villa La Paz	
		Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total
Terreno	15,63%	6	0,94	4	0,63	4	0,63
Mano de Obra	12,50%	2	0,25	2	0,25	4	0,50
Vías de acceso	9,38%	2	0,19	6	0,56	4	0,38
Distancia	18,75%	4	0,75	6	1,13	4	0,75
Agua	9,38%	2	0,19	2	0,19	4	0,38
Energía eléctrica	15,63%	2	0,31	4	0,63	6	0,94
Consenso comunal	18,75%	2	0,38	6	1,13	2	0,38
Total	100,00%		3,00		4,50		3,94

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 3 – 5.

De acuerdo al cuadro de ponderación para la localización se identificó que la mejor opción de ubicación de la planta de tratamiento es la zona Gral. Federico Román con una calificación por 4,50 puntos.

Gráfico 3 - 1: Ubicación geográfica de la Planta de Recolección y Tratamiento



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro

CAPÍTULO 4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Diagrama de Flujo

La fase central de compresión muestra la aplicación de fuerza para reducir el volumen de botellas PET, papel/cartón, así como residuos de aluminio, facilitando su transporte y almacenamiento. El proceso de enfardado optimiza la gestión, agrupando los materiales compactados en unidades manejables. La etapa final de almacenamiento indica la disposición estratégica de los fardos resultantes, preparándolos para su transporte y reciclaje.

Diagrama 4 - 1: Diagrama de flujo de fardos de botella PET, papel/cartón y residuos de aluminio



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de (Avalos & Mettler, 2019)

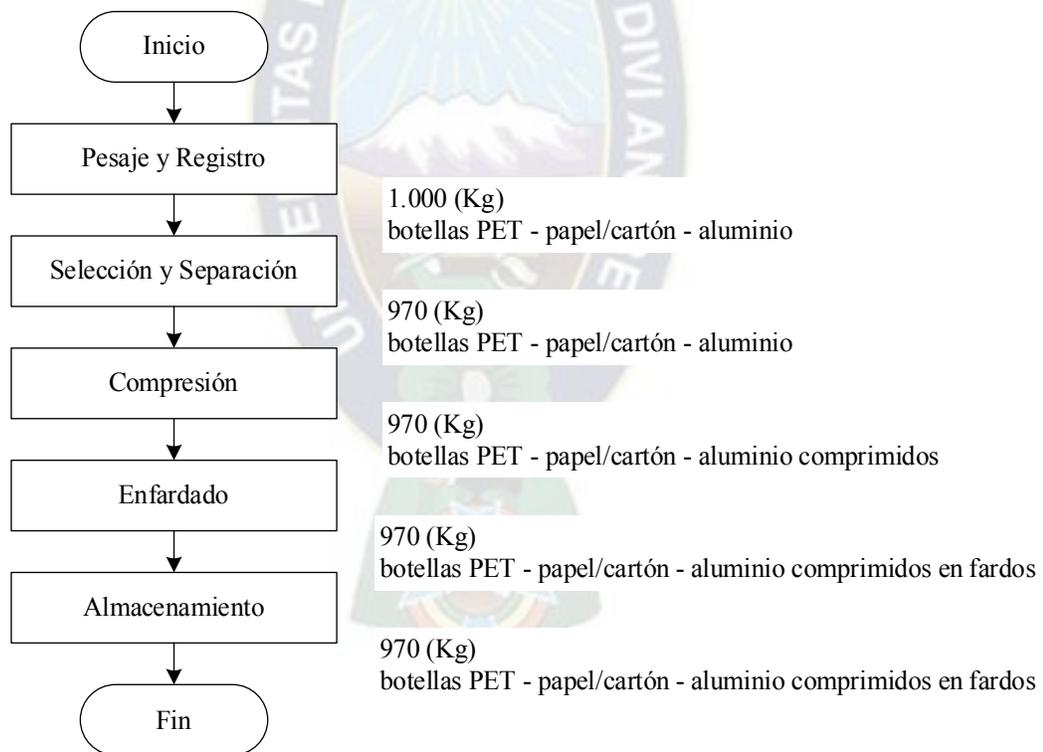
El diagrama de flujo de compactación de tres tipos de residuos en Caranavi ofrece una visión completa y coordinada del proceso de manejo de botellas PET, papel/cartón, y residuos de aluminio. Cada fase, desde la entrada hasta el almacenamiento final, sigue una

secuencia lógica y eficiente. El énfasis en el pesaje y registro asegura la precisión en el seguimiento de los volúmenes, mientras que la compresión y el enfardado maximizan la eficiencia del proceso, consolidando estos tres tipos de residuos de manera sostenible y efectiva en la gestión de residuos de la ciudad.

4.2. Balance de Masa

De acuerdo a la investigación realizada el balance másico es el mismo para los 3 tipos de residuos reciclables que abarca el presente proyecto.

Diagrama 4 - 2: Balance másico para botellas PET, papel/cartón y aluminio



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Gráfico 4 – 1.

4.3. Balance Energético

El proyecto contempla el uso de la siguiente maquinaria y equipo, los cuales requerirán suministro de energía eléctrica.

Cuadro 4 - 1: Consumo de energía de la maquinaria y equipo

N°	Ítem	Cantidad	Potencia Eléctrica (W)	Potencia Eléctrica (kW)	Horas de Trabajo/día	Días de Trabajo/año	Consumo anual (kWh)
1	Compactadora industrial	1	19.200	19,20	8,05	301	46.513
2	Balanza	1	600	0,50	8	301	1.204
3	Laptop	1	200	0,20	4	301	241
4	Impresora	1	300	0,30	1	301	90
Total							47.769

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de las fichas técnicas.

El balance de energía fue calculado en base a la maquinaria y equipos que serán utilizados en la planta y oficina administrativa. En el cuadro se puede evidenciar el consumo de energía eléctrica anual de los equipos.

4.4. Terreno e Infraestructura

La infraestructura requerida para la puesta en marcha de la Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Urbanos, será diseñada en función de la generación de residuos sólidos diarios.

Cuadro 4 - 2: Requerimiento de terreno e infraestructura

Código	Ítem	Cantidad
TEI001	Terreno	875 (m ²)
TEI002	Infraestructura	1

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la distribución de la planta.

4.5. Maquinaria y Equipo

La maquinaria y equipo necesarios para el proceso de funcionamiento de una Planta de Recolección y Tratamiento de residuos sólidos son presentados en el siguiente cuadro, según el proceso en donde intervengan.

Cuadro 4 - 3: Requerimiento de maquinaria y equipo

Código	Ítem	Cantidad
MAE001	Camión compactador	1
MAE002	Camión recolector pequeño	1
MAE003	Escoba	80
MAE004	Alzador de basura	80
MAE005	Carretilla	16
MAE006	Contenedor metálico	59
MAE007	Compactadora industrial	1
MAE008	Montacargas manual	1
MAE009	Balanza	1
MAE010	Mesón de metal	1

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de las fichas técnicas.

Cuadro 4 - 4: Requerimiento de muebles y enseres

Código	Ítem	Cantidad
MYE001	Escritorio	1
MYE002	Mesa	2
MYE003	Silla	5
MYE004	Gavetero	3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de las fichas técnicas.

Cuadro 4 - 5: Requerimiento de equipo de computación

Código	Ítem	Cantidad
EDC001	Laptop	1
EDC002	Impresora	1

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de las fichas técnicas.

4.6. Mano de Obra

El personal necesario para el funcionamiento efectivo de la Planta se clasifica en dos áreas fundamentales: el Área de Recolección y el Área de Tratamiento. La eficacia de estas dos áreas depende de la asignación adecuada de personal según sus conocimientos y habilidades específicas. En el Área de Recolección, se requiere personal capacitado en logística, manejo de vehículos especializados y conocimiento detallado sobre las prácticas seguras de recolección de residuos.

Cuadro 4 - 6: Requerimiento de mano de obra

Código	Mano de Obra Directa e Indirecta	Cantidad
	Mano de Obra Indirecta	
MOG01	Gerente General	1
	Mano de Obra Directa	
	Área de Tratamiento	
MOT01	Operador	1
MOT02	Ayudante del operador	1
	Área de Recolección	
MOR01	Chófer	2
MOR02	Recolector	4
	Área de Barrido y Limpieza	
MOB01	Barrendero	8

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 3 – 1.

4.7. Seguridad Industrial

La implementación de medidas rigurosas de seguridad industrial es un componente esencial en el desarrollo del proyecto de diseño técnico de la planta de recolección y tratamiento de residuos sólidos urbanos en Caranavi. Este enfoque se orienta a salvaguardar la integridad física y la salud de todo el personal involucrado, así como a minimizar los riesgos asociados con las operaciones diarias de la planta.

Las normativas y protocolos de seguridad se aplicarán en todas las fases del proyecto, desde la construcción inicial hasta la operación cotidiana. Esto incluirá la capacitación continua del personal en prácticas seguras, el uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP), y la implementación de sistemas de señalización y comunicación claros para indicar zonas de peligro y procedimientos de emergencia.

La firme adhesión a estas normas implica la instauración de una cultura de seguridad integral, que incluye la capacitación continua del personal en prácticas seguras. Además, se establecerá la obligatoriedad del uso de equipo de protección personal como un estándar no negociable. Paralelamente, la implementación de sistemas de señalización y

comunicación claros contribuirá a indicar zonas de peligro y a facilitar procedimientos de emergencia de manera eficaz.

Este enfoque holístico en seguridad no solo refuerza el compromiso con el bienestar de los trabajadores, sino que también fortalece la resiliencia del proyecto ante posibles eventualidades, consolidando así su fundamento en prácticas sostenibles y responsables.



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de (Collier, 2020)

4.7.1. Plan de Seguridad Industrial

Recolección

1. Riesgos Principales:

- Lesiones por objetos punzantes o cortantes.
- Exposición a productos químicos peligrosos.
- Peligro de tráfico durante la recolección.

2. Medidas Preventivas:

- Proporcionar equipos de protección personal (guantes, botas, gafas).
- Capacitar a los trabajadores en la manipulación segura de residuos.
- Implementar procedimientos para la manipulación de materiales peligrosos.

- Establecer rutas seguras y horarios para evitar tráfico intenso.

3. Procedimientos de Emergencia:

- Establecer un protocolo de primeros auxilios.
- Disponer de kits de primeros auxilios en los vehículos de recolección.
- Establecer puntos de encuentro y comunicación en caso de emergencia.

Transporte

1. Riesgos Principales:

- Accidentes de tráfico.
- Exposición a emisiones contaminantes de vehículos.
- Peligro de carga y descarga.

2. Medidas Preventivas:

- Mantenimiento regular de vehículos.
- Capacitación en conducción segura y eficiente.
- Uso de vehículos con estándares ambientales adecuados.
- Equipos de carga/descarga seguros y capacitación en su uso.

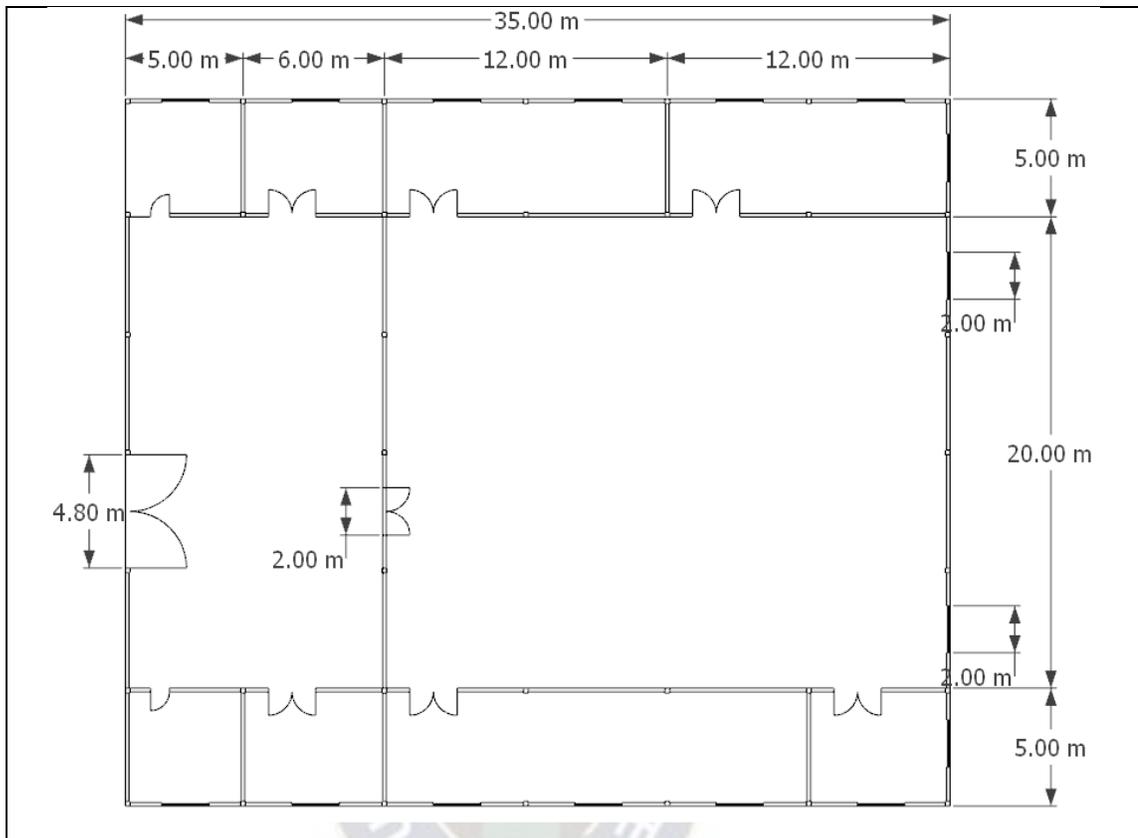
3. Procedimientos de Emergencia:

- Establecer procedimientos para accidentes de tráfico.
- Capacitar a los conductores en primeros auxilios básicos.
- Mantener un sistema de comunicación efectivo.

4.8. Distribución de Planta

Comenzando con la etapa de Pesaje y Registro, se establece una entrada controlada de residuos, permitiendo un seguimiento preciso de las cantidades que ingresan al sistema. Posteriormente, el proceso continúa con la Compresión y Enfardado, donde los residuos tratados son comprimidos y embalados para facilitar su manipulación y transporte.

Gráfico 4 - 1: Distribución de planta



Dibujado por: Alvaro Hernandez	Fecha: 08/12/2023	Facultad de Ingeniería
Hoja: 1	Dibujo: 1	Diseño técnico de una Planta de Recolección y Tratamiento de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Caranavi
Revisado por		

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Visio.

4.9. Logística de Recolección

4.9.1 Frecuencia de Recolección

La recolección de residuos sólidos se dividirá en 2 partes, la primera parte abarcará los residuos sólidos no aprovechables y la segunda parte comprenderá a los residuos sólidos reciclables que son depositados en los contenedores que serán instalados en todas las zonas de la ciudad de Caranavi, específicamente botellas PET, papel/cartón y aluminio.

4.9.2 Diseño de Rutas de Recolección

La recolección de residuos sólidos se realizará en 2 rutas, la primera ruta abarca los residuos sólidos no aprovechables y la segunda ruta se encarga específicamente de los residuos sólidos reciclables.

Cuadro 4 - 7: Rutas de recolección

	RDF	RRR
Lunes	RDF1	RRR1
	RDF2	
Martes	RDF1	RRR2
	RDF2	
Miércoles	RDF1	RRR1
	RDF2	
Jueves	RDF1	RRR2
	RDF2	
Viernes	RDF1	RRR1
	RDF2	
Sábado	RDF1	RRR2
	RDF2	

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del cuadro B – 2, Anexo B.

RDF = Ruta de disposición final

RRR = Ruta de residuos reciclables

4.9.3. Tiempos estimados

Ruta Disposición Final (RDF)

De lunes a sábado

RDF1

T_1 = Tiempo en el garaje antes de salir a la Ruta RDF1

T_2 = Tiempo de recorrido del garaje al punto inicial de la Ruta RDF1

T_3 = Tiempo de recorrido de la Ruta RDF1 incluyendo tiempos muertos

T_4 = Tiempo de recorrido del final de la Ruta RDF1 al sitio de disposición final

T_5 = Tiempo de descarga en el sitio de disposición final incluyendo esperas

T_6 = Tiempo de recorrido del sitio de disposición final al garaje

$$T_{DF1} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6$$

$$T_{DF1} = (10 + 3 + 388 + 20 + 10 + 18) \text{ min}$$

$$T_{DF1} = 449 \text{ (min)} = 7,48 \text{ (Hr)}$$

RDF2

T_7 = Tiempo en el garaje antes de salir a la Ruta RDF2

T_8 = Tiempo de recorrido del garaje al punto inicial de la Ruta RDF2

T_9 = Tiempo de recorrido de la Ruta RDF2 incluyendo tiempos muertos

T_{10} = Tiempo de recorrido del final de la Ruta RDF2 al sitio de disposición final

T_{11} = Tiempo de descarga en el sitio de disposición final incluyendo esperas

T_{12} = Tiempo de recorrido del sitio de disposición final al garaje

$$T_{DF2} = T_7 + T_8 + T_9 + T_{10} + T_{11} + T_{12}$$

$$T_{DF2} = (10 + 8 + 356 + 25 + 10 + 25) \text{ min}$$

$$T_{DF2} = 438 \text{ (min)} = 7,23 \text{ (Hr)}$$

Ruta Residuos Reciclables (RRR)

RRR1

Día lunes y día viernes

T_{13} = Tiempo en el garaje antes de salir a la Ruta RRR1

T_{14} = Tiempo de recorrido del garaje al punto inicial de la Ruta RRR1

T_{15} = Tiempo de recorrido de la Ruta RRR1 incluyendo tiempos muertos

T_{16} = Tiempo de recorrido del final de la Ruta RRR1 a la Planta de Tratamiento

T_{17} = Tiempo de descarga en la Planta de Tratamiento

T_{18} = Tiempo de recorrido de la Planta de Tratamiento al garaje

$$T_{RRR1} = T_{13} + T_{14} + T_{15} + T_{16} + T_{17} + T_{18}$$

$$T_{RRR1} = (10 + 5 + 182 + 8 + 10 + 25) \text{ min}$$

$$T_{RRR1} = 240 \text{ (min)} = 4,00 \text{ (Hr)}$$

RRR2

Día sábado y día viernes

T_{19} = Tiempo en el garaje antes de salir a la Ruta RRR2

T_{20} = Tiempo de recorrido del garaje al punto inicial de la Ruta RRR2

T_{21} = Tiempo de recorrido de la Ruta RRR2 incluyendo tiempos muertos

T_{22} = Tiempo de recorrido del final de la Ruta RRR2 a la Planta de Tratamiento

T_{23} = Tiempo de descarga en la Planta de Tratamiento

T_{24} = Tiempo de recorrido de la Planta de Tratamiento al garaje

$$T_{RRR2} = T_{37} + T_{38} + T_{39} + T_{40} + T_{41} + T_{42}$$

$$T_{RRR2} = (10 + 7 + 154 + 10 + 10 + 25) \text{ min}$$

$$T_{RRR2} = 216 \text{ (min)} = 3,60 \text{ (Hr)}$$

4.9.4. Cuadrilla de Recolección

Se conformará 4 cuadrillas de 2 personas, conformadas por un chófer y un recolector. La primera cuadrilla se hará cargo de la ruta de residuos no aprovechables y la segunda se encargará de la ruta de residuos sólidos reciclables.

4.9.5. Cuadrilla de Barrido y Limpieza

Se conformará 4 cuadrillas de 2 personas, las cuales se harán cargo del barrido de las calles, avenidas, plazas, parques y áreas verdes del centro de la ciudad de Caranavi.

4.10. Organización de la Empresa

4.10.1. Estructura Organizacional

Esta estructura organizacional establece roles y responsabilidades específicos para cada miembro del personal, asegurando una operación eficiente y segura de la planta de recolección y tratamiento de residuos sólidos urbanos en Caranavi. La jerarquía y la distribución de funciones están diseñadas para promover la coordinación y colaboración entre los diversos equipos, facilitando así la consecución de los objetivos del proyecto.

Diagrama 4 - 3: Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de

4.10.2. Manual de Funciones

De acuerdo al requerimiento del personal se realizó el manual de funciones para cada área como se puede verificar en los siguientes cuadros:

El manual de funciones del Gerente General de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en Caranavi presenta una estructura detallada que delinea claramente las responsabilidades y roles clave del titular de este puesto. Se destaca la necesidad de liderazgo estratégico y toma de decisiones informadas para supervisar eficazmente todas las operaciones de la planta. Entre las funciones fundamentales se incluyen la

planificación y coordinación de actividades diarias, la gestión de recursos humanos y materiales, y la implementación de políticas y procedimientos para garantizar el cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad.

Cuadro 4 - 8: Manual de funciones del gerente general

MANUAL FUNCIONES	
Proyecto: Diseño Técnico de una Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Caranavi	
Nombre del cargo: Gerente General	Dependencia: Ninguna
Elaborado por: Alvaro Hernandez Parra Revisado por:	Fecha: 08/12/2023
REQUISITOS	
Requisito de formación	Título en Ingeniería Industrial, Ingeniería Ambiental
Requisito de experiencia	Mínimo dos años de experiencia en cargos similares
OBJETIVO PRINCIPAL	
Liderar eficazmente la operación de la planta para lograr un manejo integral y sostenible de los residuos sólidos urbanos	
FUNCIONES	
Desarrollar planes estratégicos para la gestión eficiente de residuos. Establecer objetivos a corto y largo plazo alineados con las metas de sostenibilidad. Supervisar todas las operaciones diarias de recolección y tratamiento. Coordinar equipos multidisciplinarios para garantizar un flujo de trabajo cohesionado. Administrar los recursos humanos, financieros y materiales de la planta. Garantizar la disponibilidad y mantenimiento de la maquinaria y equipos necesarios. Asegurar el cumplimiento de normativas locales y nacionales relacionadas con la gestión de residuos. Implementar políticas que promuevan prácticas sostenibles y responsables. Supervisar la capacitación del personal en temas de seguridad, medio ambiente y procedimientos operativos. Fomentar un ambiente de trabajo positivo y colaborativo.	

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 4 – 6

El manual de funciones del Gerente General de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en Caranavi proporciona un marco integral que define claramente las responsabilidades y expectativas del puesto.

El manual de funciones para el chofer del camión compactador en la planta de tratamiento de residuos sólidos en Caranavi destaca la importancia crítica de este rol dentro del proceso operativo. Se detallan las responsabilidades específicas, comenzando con la preparación y aseguramiento de la condición del camión antes de cada ruta de recolección.

El análisis revela la necesidad de habilidades técnicas para operar eficientemente el camión compactador y comprender los procedimientos de pesaje y registro asociados.

El manual de funciones del operador de la prensa compactadora en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en Caranavi proporciona una guía detallada sobre las responsabilidades y tareas esenciales de este rol clave. Se destaca la importancia de la familiaridad con el funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria, haciendo hincapié en la seguridad ocupacional durante las operaciones.

Cuadro 4 - 9: Manual de funciones del operador de la prensa compactadora

MANUAL FUNCIONES	
Proyecto: Diseño Técnico de una Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Caranavi	
Nombre del cargo: Operador (prensa)	Dependencia: Gerente General
Elaborado por: Alvaro Hernandez Parra Revisado por:	Fecha: 08/12/2023
REQUISITOS	
Requisito de formación	Técnico Superior en Electromecánica
Requisito de experiencia	Mínimo un año de experiencia relacionados al área
OBJETIVO PRINCIPAL	
Reducir el volumen de los materiales reciclables para facilitar su almacenamiento y transporte.	
FUNCIONES	
Manejar y operar la prensa compactadora con destreza y según los procedimientos establecidos. Realizar tareas de mantenimiento preventivo en la prensa compactadora para su funcionamiento óptimo. Vigilar el proceso de compactación para garantizar la calidad del material resultante Cumplir estrictamente con las normas de seguridad durante la operación de la prensa compactadora. Trabajar en estrecha colaboración con otros miembros del equipo, comunicando de manera efectiva. Mantener registros precisos de la cantidad y tipo de materiales procesados, contribuyendo. Identificar oportunidades para mejorar la eficiencia del proceso de compactación.	

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 4 – 6

El manual de funciones del operador de la prensa compactadora es una herramienta integral que resume las responsabilidades clave y habilidades necesarias para desempeñar este rol en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en Caranavi. Desde la operación

segura de la maquinaria hasta la supervisión de la calidad del producto final, el manual destaca la importancia de la eficiencia y la cooperación en un entorno de trabajo colaborativo.

Cuadro 4 - 10: Manual de funciones del ayudante del operador

MANUAL FUNCIONES	
Proyecto: Diseño Técnico de una Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Caranavi	
Nombre del cargo: Ayudante del operador	Dependencia: Operador
Elaborado por: Alvaro Hernandez Parra Revisado por:	Fecha: 08/12/2023
REQUISITOS	
Requisito de formación	Bachiller en humanidades
Requisito de experiencia	Ninguna
OBJETIVO PRINCIPAL	
Asistir al operador de la prensa compactadora en el proceso de compactación del material reciclable.	
FUNCIONES	
<p>Asistir en la preparación de la prensa compactadora antes de iniciar el proceso de compactación.</p> <p>Ayudar en la carga de los residuos sólidos en la prensa compactadora, asegurándose de que se distribuyan de manera uniforme.</p> <p>Operar equipos auxiliares, como grúas o montacargas, para transportar los residuos hasta la prensa compactadora si es necesario.</p> <p>Monitorear el proceso de compactación y estar atento a posibles problemas o mal funcionamiento de la maquinaria.</p> <p>Colaborar en el mantenimiento básico de la prensa compactadora, como la limpieza regular y la lubricación de partes móviles.</p>	

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 4 – 6

El manual de funciones para el chofer del camión compactador destila un conjunto integral de responsabilidades que definen su papel crítico en la operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos en Caranavi. La síntesis destaca la necesidad de habilidades técnicas y operativas, así como habilidades de comunicación para asegurar una recolección eficiente y una interacción positiva con la comunidad.

Cuadro 4 - 11: Manual de funciones del chófer del camión compactador

MANUAL FUNCIONES	
Proyecto: Diseño Técnico de una Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos en la ciudad de Caranavi	
Nombre del cargo: Chófer (compactador)	Dependencia: Gerente General
Elaborado por: Alvaro Hernandez Parra Revisado por:	Fecha: 08/12/2023
REQUISITOS	
Requisito de formación	Licencia de conducir categoría T
Requisito de experiencia	Mínimo tres años de experiencia relacionados al área
OBJETIVO PRINCIPAL	
Garantizar una recolección eficiente y segura de los residuos sólidos urbanos, contribuyendo a mantener la limpieza y el orden en las áreas designadas de la ciudad.	
FUNCIONES	
<p>Operar el camión compactador de manera segura y eficiente.</p> <p>Cumplir con las normativas de tránsito y seguridad vial.</p> <p>Mantener el vehículo en condiciones óptimas a través de inspecciones regulares.</p> <p>Realizar la recolección selectiva de los residuos según las rutas y horarios establecidos.</p> <p>Clasificar adecuadamente los residuos recogidos para facilitar su posterior tratamiento.</p> <p>Colaborar con el personal de recolección en la carga y descarga de los residuos.</p> <p>Comunicarse efectivamente con el equipo para coordinar las operaciones de recolección.</p> <p>Mantener registros precisos de las rutas y la cantidad de residuos recolectados.</p> <p>Realizar chequeos básicos y mantenimiento preventivo del camión compactador.</p> <p>Informar sobre cualquier problema mecánico o necesidad de reparación.</p>	

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 4 – 6

En conjunto, proporciona una referencia concisa y clara que guía al operador hacia la ejecución exitosa de sus responsabilidades, contribuyendo así al funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Capítulo 5. Estudio de Impacto Ambiental

5.1. Diagnóstico ambiental en el proceso de producción

Recolección

Impacto Positivo:

- Reducción de residuos en áreas públicas, mejorando la estética y la calidad de vida.

Impacto Negativo:

- Emisión de gases y consumo de combustibles en vehículos de recolección.
- Posibilidad de contaminación por derrames durante la manipulación.

Transporte

Impacto Positivo:

- Eficiencia en el traslado de residuos a la planta.
- Reducción de residuos en áreas intermedias.

Impacto Negativo:

- Emisiones de gases y consumo de combustible durante el transporte.
- Riesgo de accidentes que podrían resultar en derrames o liberación de residuos.

Pesaje y Registro

Impacto Positivo:

- Mejora en la gestión y planificación de residuos mediante datos precisos.

Impacto Negativo:

- Consumo energético asociado a equipos de pesaje.
- Posibilidad de generación de residuos electrónicos si no se gestiona adecuadamente el equipo.

5.2. Identificación de impactos ambientales

La Ley del Medio Ambiente N°1333 busca proteger y conservar el entorno natural, regulando las acciones humanas para promover el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida. Su Artículo 21 establece la responsabilidad de prevenir daños ambientales y notificar a las autoridades pertinentes para evitar riesgos a la salud y los bienes.

El Artículo 25 establece que, antes de su fase de inversión, todas las obras y actividades, tanto públicas como privadas, deben obligatoriamente contar con la identificación de la categoría de evaluación de impacto ambiental. Basándonos en este artículo, el proyecto entra en la categoría 3, de tal manera no requiere de una evaluación de impacto ambiental analítica específica.

5.3. Medidas de Mitigación

- Implementación de tecnologías de tratamiento de gases y efluentes.
- Uso de vehículos eficientes y sistemas de gestión de flotas para reducir emisiones.
- Capacitación continua para el personal sobre prácticas seguras y de gestión ambiental.
- Instalación de sistemas de pesaje y registro energéticamente eficientes.
- Adopción de tecnologías de disposición final que minimicen la contaminación.

Esta evaluación proporciona una visión integral de los impactos ambientales asociados con cada etapa de la planta, destacando la importancia de implementar medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales para garantizar un manejo sostenible de los residuos sólidos urbanos en Caranavi.

Capítulo 6. Evaluación Económica Financiera

6.1. Inversiones

6.1.1. Inversiones en Activos Fijos

El terreno, cuidadosamente seleccionado, proporciona la base física necesaria para la planta, asegurando un espacio adecuado para la disposición eficiente de residuos y permitiendo futuras expansiones. La infraestructura, por su parte, comprende las edificaciones y las instalaciones técnicas necesarias para llevar a cabo las operaciones de recolección, tratamiento y gestión de residuos de manera efectiva.

Cuadro 6 - 1: Inversión en terreno e infraestructura

N°	Ítem	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Terreno	875 (m ²)	14	12.250
2	Infraestructura	1 (u)	1.130.566	1.130.566
Total Inversión en Terreno e Infraestructura				1.142.816

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

La maquinaria, compuesta por prensas compactadoras y equipos de clasificación, constituye la columna vertebral de la instalación al facilitar la manipulación y procesamiento eficiente de los residuos. Los vehículos, esenciales para el transporte seguro y oportuno de los desechos desde los puntos de recolección hasta la planta, aseguran un flujo logístico sin contratiempos. Los equipos especializados, que incluyen sistemas de pesaje y registros, contribuyen a la monitorización precisa y documentación de los desechos, facilitando una gestión eficaz.

Cuadro 6 - 2: Inversión en maquinaria y equipo, fase de recolección

N°	Ítem	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Camión compactador	1	892.150	892.150
2	Camión recolector pequeño	1	187.920	187.920
3	Escoba	80	15	1.200
4	Alzador de basura	80	5	400
5	Carretilla	16	500	8.000
6	Contenedor metálico	60	450	27.000
Total Inversión en la Fase de Recolección				1.116.670

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

Cuadro 6 - 3: Inversión en maquinaria y equipo, fase de tratamiento

N°	Ítem	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Compactadora industrial	1	125.280	125.280
2	Montacargas manual	1	3.517	3.517
3	Balanza	1	1.230	1.230
4	Mesón de metal	1	800	800
Total Inversión en la Fase Tratamiento				130.827

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

Cuadro 6 - 4: Inversión en muebles y enseres

N°	Ítem	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Escritorio	2	800	1.600
2	Mesa	2	500	1.000
3	Silla	6	150	900
4	Gavetero	3	700	2.100
Total Inversión en Muebles y Enseres				5.600

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

Cuadro 6 - 5: Inversión en equipo de computación

N°	Ítem	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Laptop	1	7.200	7.200
2	Impresora	1	1.050	1.050
Total Inversión en Equipo de Computación				8.250

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

6.1.2. Inversiones en Activos Diferidos

Los activos diferidos pueden comprender inversiones anticipadas, como estudios de impacto ambiental, permisos regulatorios y costos asociados con la planificación y diseño de la planta.

Cuadro 6 - 6: Inversión en activos diferidos

N°	Ítem	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Constitución de Sociedad SEPREC	1	500	500
2	Estudio de impacto ambiental	1	8.000	8.000
3	Licencia de funcionamiento	1	500	500
4	Caja de Salud	1	1.000	1.000
5	Talleres de sensibilización y capacitación	2	29.000	58.000
Total Inversión en Activos Diferidos				68.000

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

6.1.3. Inversión en Capital de Trabajo

Este capital de trabajo abarca los recursos financieros destinados a cubrir los costos operativos diarios, como la adquisición de insumos, el mantenimiento de equipos, los gastos de personal y otras necesidades operativas.

Cuadro 6 - 7: Inversión en capital de trabajo

N°	Ítem	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Mano de Obra	1	751.416	751.416
2	Costo de Energía Eléctrica	1	40.126	40.126
3	Costo de Combustible	1	292.156	292.156
Costo Total Capital de Trabajo				361.233

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

6.2. Depreciación

En el contexto de la planta de tratamiento de residuos sólidos, la maquinaria, equipos y otras instalaciones experimentarán una pérdida de valor con el tiempo debido al uso y la obsolescencia.

Cuadro 6 - 8: Depreciación de activos fijos

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Infraestructura	28.264	28.264	28.264	28.264	28.264	28.264	28.264	28.264	28.264	28.264
Maquinaria y Equipo	251.607	251.607	251.607	251.607	251.607	251.607	251.607	251.607	251.607	251.607
Muebles y Enseres	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
Equipo de Computación	2.063	2.063	2.063	2.063	2.063	2.063	2.063	2.063	2.063	2.063
Total	282.328									

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 2 – 3.

6.3. Amortización

La amortización de activos diferidos se presenta como un componente esencial para la gestión financiera a largo plazo. Este proceso implica distribuir el costo de los activos diferidos, como instalaciones de tratamiento y equipos especializados, a lo largo de su vida útil estimada.

Cuadro 6 - 9: Amortización de activos diferidos

	2025	2026	2027	2028	2029
Constitución de Sociedad SEPREC	100	100	100	100	100
Estudio de impacto ambiental	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
Licencia de funcionamiento	100	100	100	100	100
Caja de Salud	200	200	200	200	200
Talleres de sensibilización y capacitación	11.600	11.600	11.600	11.600	11.600
Total Amortización Activos Fijos	13.600	13.600	13.600	13.600	13.600

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 - 6

6.4. Financiamiento

El financiamiento está condicionado a parámetros estipulados por el BDP (Banco de Desarrollo Productivo), que utiliza una tasa de interés del 11,5% anual, el monto total a financiar es de 6.581.700 (Bs), del cual se obtendrá un financiamiento del 80%, que equivale a 5.265.360 (Bs), en el siguiente cuadro se muestra la amortización del crédito y el interés.

Cuadro 6 - 10: Financiamiento del proyecto

Gestión	Préstamo	Interés	Amortización	Cuota
1	2.265.397	260.521	132.248	392.768
2	2.133.149	245.312	147.456	392.768
3	1.985.693	228.355	164.413	392.768
4	1.821.280	209.447	183.321	392.768
5	1.637.959	188.365	204.403	392.768
6	1.433.556	164.859	227.909	392.768
7	1.205.647	138.649	254.119	392.768
8	951.528	109.426	283.342	392.768
9	668.185	76.841	315.927	392.768
10	352.258	40.510	352.258	392.768

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la inversión del proyecto

6.5. Costos Operativos

6.5.1. Costos de Mano de Obra

Cuadro 6 - 11: Costo de mano de obra directa e indirecta

Cargo	Canti- dad	Costo Unitario (Bs)	Sueldo (Bs)	Indemni- zación (8,33%)	CNS (10%)	Aguinaldo (8,33%)	Gestora (1,70%)	Infocal (1,00%)	Total Sueldo Anual (Bs)
Gerente General	1	6.500	6.500	541	650	541	111	65	100.901
Operador	1	4.500	4.500	375	450	375	77	45	69.854
Obrero	1	2.362	2.362	197	236	197	40	24	36.666
Chófer	4	3.500	14.000	1.166	1.400	1.166	238	140	217.325
Recolector	4	2.362	9.448	787	945	787	161	94	146.663
Barrendero	10	2.362	23.620	1.968	2.362	1.968	402	236	366.658
Maquinista	1	5.000	5000	416,5	500	416,5	85	50	77.616
Total Mano de Obra Directa e Indirecta									1.015.683

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 4 - 6

Cuadro 6 - 12: Costo mano de obra y beneficios sociales

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Sueldo Neto	580.872	580.872	580.872	580.872	580.872	580.872	580.872	580.872	580.872	580.872
Indemnización (8,33%)	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387
CNS (10%)	58.087	58.087	58.087	58.087	58.087	58.087	58.087	58.087	58.087	58.087
Aguinaldo (8,33%)	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387	48.387
Gestora (1,70%)	9.875	9.875	9.875	9.875	9.875	9.875	9.875	9.875	9.875	9.875
Infocal (1,00%)	5.809	5.809	5.809	5.809	5.809	5.809	5.809	5.809	5.809	5.809
Total	751.416									

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 - 11

6.5.2. Costos de Recolección

Cuadro 6 - 13: Costo de combustible

Gestión	Costo Anual Combustible Ruta Disposición Final (Bs)	Costo Anual Combustible Ruta Residuos Reciclables (Bs)	Costo Total Anual Combustible (Bs)
2025	207.847	84.309	292.156
2026	207.847	84.309	292.156
2027	207.847	84.309	292.156
2028	207.847	84.309	292.156
2029	207.847	84.309	292.156
2030	207.847	84.309	292.156
2031	207.847	84.309	292.156
2032	207.847	84.309	292.156
2033	207.847	84.309	292.156
2034	207.847	84.309	292.156

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del ruteo

6.5.3. Costos de Energía Eléctrica

La operación de la prensa eléctrica, la balanza de camiones eléctrica, así como la alimentación de dispositivos electrónicos como laptops e impresoras, constituyen elementos críticos en el proceso de gestión de residuos.

Cuadro 6 - 14: Costo de energía eléctrica

Gestión	Costo Anual (Bs)
2025	40.126
2026	40.126
2027	40.126
2028	40.126
2029	40.126
2030	40.126
2031	40.126
2032	40.126
2033	40.126
2034	40.126

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 4 - 1

6.6. Ingresos

6.6.1. Tasa de aseo urbano

A partir de cantidad de usuarios domiciliarios y usuarios comerciales registrados en la empresa DELAPAZ, proyectaremos la cantidad de usuarios para la duración de este proyecto. También utilizaremos las tasas de crecimiento de usuarios de la empresa DELAPAZ, de domiciliario = 2,38% y de comercial = 2,45%.

Cuadro 6 - 15: Proyección de usuarios de la empresa DELAPAZ

Gestión	Usuarios
2025	5.491
2026	5.756
2027	6.034
2028	6.326
2029	6.631
2030	6.952
2031	7.287
2032	7.639
2033	8.008
2034	8.395

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro B – 2, Anexo B.

Para determinar la tasa de aseo urbano anual se debe tomar en cuenta la proyección de la población de la ciudad de Caranavi y el Cuadro 6 – 15.

Cuadro 6 - 16: Tasa de aseo urbano anual

Gestión	Tasas de Aseo
2025	1.058.220
2026	1.109.332
2027	1.162.913
2028	1.219.081
2029	1.277.963
2030	1.339.689
2031	1.404.396
2032	1.472.228
2033	1.543.337
2034	1.617.880

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 – 15.

6.6.2. Otros ingresos

De la venta de fardos de botellas PET, papel y cartón y residuos de aluminio se obtiene ganancias anuales, las cuales se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 6 - 17: Precio de venta

Precio del (Kg) en (Bs)	
Botellas PET	2,50
Papel y Cartón	1,50
Aluminio	7,00

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de entrevistas a empresas.

Cuadro 6 - 18: Ingresos de la venta de residuos reciclables

Gestión	Botellas PET (Bs)	Papel y Cartón (Bs)	Aluminio (Bs)	Total (Bs)
2025	340.694	204.416	441.682	986.792
2026	345.463	207.278	447.866	1.000.607
2027	350.300	210.180	454.136	1.014.615
2028	355.204	213.122	460.494	1.028.820
2029	360.177	216.106	466.941	1.043.224
2030	365.219	219.132	473.478	1.057.829
2031	370.332	222.199	480.107	1.072.638
2032	375.517	225.310	486.828	1.087.655
2033	380.774	228.465	493.644	1.102.882
2034	386.105	231.663	500.555	1.118.323

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 - 17

6.7. Estados de Resultados

6.7.1. Estado de Resultados sin Financiamiento

Cuadro 6 - 19: Estado de resultados sin financiamiento, Bs.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Tasa de Aseo urbano	1.058.220	1.109.332	1.162.913	1.219.081	1.277.963	1.339.689	1.404.396	1.472.228	1.543.337	1.617.880
Otros Ingresos	986.792	1.000.607	1.014.615	1.028.820	1.043.224	1.057.829	1.072.638	1.087.655	1.102.882	1.118.323
Total Ingreso Brutos	2.045.012	2.109.939	2.177.528	2.247.902	2.321.187	2.397.517	2.477.034	2.559.883	2.646.219	2.736.203
Impuesto a las transacciones (3%)	29.604	30.018	30.438	30.865	31.297	31.735	32.179	32.630	33.086	33.550
IVA Ventas (13%)	128.283	130.079	131.900	133.747	135.619	137.518	139.443	141.395	143.375	145.382
Ingresos Netos	1.887.125	1.949.842	2.015.190	2.083.290	2.154.271	2.228.265	2.305.412	2.385.858	2.469.758	2.557.271
Total Costos de Operación	1.083.698									
Mano de Obra	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416
Costo de Energía Eléctrica	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126
Costo de Combustible	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156
Total Costos de Comercialización	275.137	279.814	284.571	289.409	294.329	299.333	304.421	309.596	309.596	314.859
Costos de Transporte	275.137	279.814	284.571	289.409	294.329	299.333	304.421	309.596	309.596	314.859
Total Costos Operativos	1.358.835	1.363.512	1.368.269	1.373.107	1.378.027	1.383.031	1.388.119	1.393.294	1.393.294	1.398.557
Depreciación de Activos Fijos	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328
Amortización de Activos Diferidos	14.300	14.300	14.300	14.300	14.300					
Total Costos	1.655.464	1.660.141	1.664.898	1.669.735	1.674.655	1.665.359	1.670.448	1.675.623	1.675.623	1.680.886
Utilidad Bruta	231.662	289.701	350.292	413.555	479.615	562.906	634.964	710.236	794.135	876.385
IUE(25%)	57.915	72.425	87.573	103.389	119.904	140.726	158.741	177.559	198.534	219.096
UTILIDAD NETA	173.746	217.276	262.719	310.166	359.712	422.179	476.223	532.677	595.601	657.289

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de los Cuadros 6 – 1 al 6 – 17.

6.7.2. Estado de Resultados con Financiamiento

Cuadro 6 - 20: Estado de resultados con financiamiento, Bs.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Tasa de Aseo urbano	1.058.220	1.109.332	1.162.913	1.219.081	1.277.963	1.339.689	1.404.396	1.472.228	1.543.337	1.617.880
Otros Ingresos	674.504	683.947	693.522	703.232	713.077	723.060	733.183	743.447	753.856	764.410
Total Ingreso Brutos	1.732.724	1.793.279	1.856.435	1.922.313	1.991.040	2.062.749	2.137.579	2.215.675	2.297.192	2.382.289
Impuesto a las transacciones (3%)	20.235	20.518	20.806	21.097	21.392	21.692	21.995	22.303	22.616	22.932
IVA Ventas (13%)	87.686	88.913	90.158	91.420	92.700	93.998	95.314	96.648	98.001	99.373
Ingresos Netos	1.624.803	1.683.848	1.745.472	1.809.796	1.876.948	1.947.059	2.020.269	2.096.724	2.176.575	2.259.984
Total Costos de Operación	1.083.698									
Mano de Obra	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416
Costo de Energía Eléctrica	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126	40.126
Costo de Combustible	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156	292.156
Total Costos de Comercialización	275.137	279.814	284.571	289.409	294.329	299.333	304.421	309.596	309.596	314.859
Costos de Transporte	275.137	279.814	284.571	289.409	294.329	299.333	304.421	309.596	309.596	314.859
Total Costos Operativos	1.358.835	1.363.512	1.368.269	1.373.107	1.378.027	1.383.031	1.388.119	1.393.294	1.393.294	1.398.557
Depreciación de Activos Fijos	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328
Amortización de Activos Diferidos	13.600	13.600	13.600	13.600	13.600					
Costo Financiero	260.521	245.312	228.355	209.447	188.365	164.859	138.649	109.426	76.841	40.510
Total Costos	1.915.284	1.904.753	1.892.552	1.878.483	1.862.321	1.830.218	1.809.097	1.785.049	1.752.464	1.721.396
Utilidad Bruta	-290.481	-220.905	-147.081	-68.687	14.627	116.841	211.172	311.675	424.111	538.588
IUE (25%)	-72.620	-55.226	-36.770	-17.172	3.657	29.210	52.793	77.919	106.028	134.647
UTILIDAD NETA	-217.861	-165.679	-110.311	-51.515	10.970	87.631	158.379	233.756	318.083	403.941

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de los Cuadros 6 – 1 al 6 – 17.

6.8. Flujo de Caja

6.8.1. Flujo de Caja sin financiamiento

Cuadro 6 - 21: Flujo de caja sin financiamiento

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Inversión	2.831.746										
Valor Residual											847.925
Capital de trabajo											361.233
Utilidad Neta		173.746	217.276	262.719	310.166	359.712	422.179	476.223	532.677	595.601	657.289
Depreciación de Activos Fijos		282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328	282.328
Amortización de Activos Diferidos		13.600	13.600	13.600	13.600	13.600					
Flujo de Fondos	-2.831.746	469.675	513.204	558.647	606.095	655.640	704.508	758.552	815.005	877.930	2.148.775

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 – 19.

Tasa de descuento = 13,44%

VAN = 89.701

TIR = 23%

6.8.2. Flujo de Caja con financiamiento

Cuadro 6 - 22: Flujo de caja con financiamiento

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Inversión	6.581.700										
Préstamo	5.265.360										
Valor Residual											1.626.959
Capital de trabajo											679.143
Utilidad Neta		-2.623.197	-2.577.686	-2.527.968	-2.473.573	-2.413.978	-2.334.299	-2.262.487	-2.183.517	-2.094.219	-1.998.383
Depreciación de Activos Fijos		812.016	812.016	812.016	812.016	812.016	812.016	812.016	812.016	812.016	812.016
Amortización de Activos Diferidos		14.300	14.300	14.300	14.300	14.300					
Amortización de Crédito		307.377	342.725	382.139	426.085	475.084	529.719	590.637	658.560	734.295	818.738
Flujo de Fondos	-1.316.340	-2.104.258	-2.094.096	-2.083.791	-2.073.342	-2.062.746	-2.052.002	-2.041.108	-2.030.061	-2.016.497	300.996

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 – 20.

Tasa de descuento = 13,44%

VAN = 1.667.153

TIR = 28%

6.9. Razones Precio Cuenta

Cuadro 6 - 23: Valores de RPC

Ítem	RPC
MONCR	0,71
MONCU	0,51
MOSC	0,50
MOC	0,50
ED	1,21
Materiales Locales	1,00
Gastos Generales	1,00
Impuestos	0,00
Cargas Sociales	0,00
Utilidades	1,00

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Ministerio de Economía y Finanzas.

6.9.1. Inversión con RPC

Cuadro 6 - 24: Inversión del proyecto con RPC

Terreno			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
Terreno	12.250	1,00	12.250
Infraestructura			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
MONCR	121.752	0,71	86.444
MONCU	0	0,51	0
MOSC	139.267	0,50	69.633
MOC	28.422	0,50	14.211
ED	0	1,21	0
Materiales Locales	345.267	1,00	345.267
Gastos Generales	154.970	1,00	154.970
Impuestos	43.203	0,00	0
Cargas Sociales	202.424	0,00	0
Utilidades	94.214	1,00	94.214

Maquinaria y equipo			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
Materiales Locales	163.910	1,00	163.910
Muebles y enseres			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
Materiales Locales	3.950	1,00	3.950
Equipo de computación			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
Materiales Locales	8.250	1,00	8.250
Activos diferidos			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
Gastos Generales	10.000	1,00	10.000
MOC	58.000	0,50	29.000
Capital de trabajo			
	Precio de Mercado (Bs)	RPC	Precio Económico (Bs)
MOC	679.143	0,50	339.571

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 – 23.

La inversión total del proyecto aplicando RPC se calcula sumando todos los precios económicos, obteniendo un valor de 1.172.715 (Bs).

6.9.2. Mano de obra con RPC

Cuadro 6 - 25: Mano de obra con RPC

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
MOC	MOC	50.450	50.450	50.450	50.450	50.450	50.450	50.450	50.450	50.450
MOSC	MOSC	700.966	700.966	700.966	700.966	700.966	700.966	700.966	700.966	700.966
Total	Total	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416	751.416

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 – 23.

6.9.3. Beneficios del proyecto

Cuadro 6 - 26: Beneficios del proyecto

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Inversión	1.172.715										
Costos		1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698	1.083.698
Beneficios		1.058.220	1.109.332	1.162.913	1.219.081	1.277.963	1.339.689	1.404.396	1.472.228	1.543.337	1.617.880
Ventas		986.792	1.000.607	1.014.615	1.028.820	1.043.224	1.057.829	1.072.638	1.087.655	1.102.882	1.102.882
Flujo Neto	-1.172.715	961.314	1.026.241	1.093.830	1.164.204	1.237.489	1.313.819	1.393.336	1.476.185	1.562.521	1.637.064

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Cuadro 6 -24 y Cuadro 6 – 25.

Tasa de descuento = 8,40%

VANE =2.813942

TIRE = 32%

CONCLUSIONES

La realización de un diagnóstico detallado sobre la situación actual del manejo integral de residuos sólidos constituye una conclusión esencial, ya que proporcionará la base necesaria para desarrollar estrategias y planes de acción complementarios al proyecto, permitiendo así abordar de manera efectiva las problemáticas identificadas.

El diseño de un sistema eficiente de recolección y transporte de residuos sólidos surge como una conclusión clave, ya que este componente es fundamental para el éxito operativo de la planta de tratamiento. La eficacia en la recolección y transporte garantizará un abastecimiento continuo y adecuado, maximizando la utilidad del proyecto.

La necesidad de llevar a cabo un estudio de ingeniería exhaustivo para determinar la capacidad y eficiencia de la Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos se destaca como una conclusión crucial. Este análisis proporcionará datos técnicos esenciales para la planificación y ejecución efectiva de la infraestructura de tratamiento.

La evaluación de los impactos ambientales y la propuesta de medidas preventivas y correctivas son conclusiones vitales, ya que demuestran el compromiso del proyecto con la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de regulaciones. Este enfoque proactivo contribuirá a minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente y promover prácticas responsables.

Los resultados indican que, a lo largo de 10 años, la inversión total necesaria es de 2.831.746 (Bs.). El proyecto sin financiamiento tiene de un VAN = 89.701 (Bs) y un TIR = 23%, mientras que el proyecto con financiamiento tiene un VAN = 1.667.153 y un TIR = 28%, finalmente se tiene un VAN SOCIAL = 1.813.942 y un TIR SOCIAL = 32%, por lo tanto, el proyecto es viable y eficiente.

RECOMENDACIONES

Se sugiere llevar a cabo un diagnóstico exhaustivo de la situación actual en el manejo de residuos sólidos, enfocándose en identificar brechas y oportunidades. Este análisis servirá como base para el desarrollo de planes de acción complementarios al proyecto, permitiendo una intervención más precisa y eficaz.

Se recomienda la implementación de un diseño eficiente para el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos. Este diseño debe optimizar las rutas y los métodos de recolección para garantizar un abastecimiento constante y efectivo a la planta de tratamiento. Se deben considerar aspectos logísticos y de accesibilidad para maximizar la eficiencia del proceso.

Es esencial realizar un estudio de ingeniería detallado para determinar con precisión la capacidad y eficiencia de la Planta de Recolección y Tratamiento de Residuos Sólidos. Este estudio proporcionará información técnica crucial para el diseño y la implementación exitosa del proyecto.

Se insta a realizar una evaluación exhaustiva de los posibles impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto. Esta evaluación debe cumplir con los requisitos del reglamento de la gobernación y las normativas de licencia ambiental. Con base en los hallazgos, se deben proponer medidas preventivas y correctivas para mitigar cualquier impacto negativo en el medio ambiente.

Se recomienda llevar a cabo una evaluación económica completa del proyecto. Esto implica analizar los costos y beneficios asociados, así como la proyección de los recursos financieros necesarios a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta evaluación proporcionará una visión clara de la viabilidad económica y contribuirá a la toma de decisiones informada.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, [AIDIS]. (2018). *GESTION INTEGRAL DE RESODUOS SOLIDOS URBANOS*. San Pablo: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Avalos, B., & Mettler, D. (2019). *Planta de tratamiento de residuos sólidos*. Montevideo, Uruguay: Universidad Tecnológica Nacional.
- Collier, D. (2020). *Principios de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional*. McGraw-Hill: New York.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, [CEPAL]. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago: Naciones Unidas.
- Estado Plurinacional de Bolivia. (27 de Abril de 1992). Ley de Medio Ambiente N°1333. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Estado Plurinacional de Bolivia. (25 de Enero de 2009). Constitución Política del Estado. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Estado Plurinacional de Bolivia. (21 de Diciembre de 2010). Ley de Derechos de la Madre Tierra N°071. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Estado Plurinacional de Bolivia. (2012). Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero [RASIM]. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Estado Plurinacional de Bolivia. (28 de Octubre de 2015). Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi [GAMC]. (2022). *PLAN TERRITORIAL DE DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN DEL MUNICIPIO DE CARANAVI 2021-2025*. La Paz: Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi.
- Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2023). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de http://fichacomunidad.ine.gob.bo/c_listadof/listar_comunidades
- La Época. (1 de Febrero de 2019). *Gobierno entrega primer complejo de tratamiento de residuos sólidos en Riberalta*. Obtenido de La Época: [https://www.la-](https://www.la-epoca.com.bo/)

epoca.com.bo/2019/02/01/gobierno-entrega-primer-complejo-de-tratamiento-de-residuos-solidos-en-riberalta/#comment-927

Leopold, L. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. . Washington, D.C.: U.S. Geological Survey Circular 645.

Melgar, S. (2022). *El mercado de la gestión de residuos sólidos en Bolivia*. La Paz: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en La Paz.

Méndez, J. (2019). *Gestión de residuos y aseo urbano en ciudades sostenibles*. Bogotá: Ciencias Urbanas.

Ministerio de Desarrollo Humano. (Noviembre de 1996). Norma Boliviana NB 742-760. *NORMAS DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Bolivia: DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO BASICO.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua, [MMAyA]. (2023). *Composición media de residuos sólidos*. Obtenido de Sistema de Información de Gestión Integral de Residuos: <https://datos.siarh.gob.bo/sigir/indicadores>

República Argentina. (20 de Diciembre de 2006). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos Ley N°13592*. La Plata, Argentina: El Boletín Oficial de la República Argentina.

ANEXOS

Cuadro A - 1: Producción de residuos sólidos de la ciudad de Caranavi entre las gestiones 2018 - 2022

Residuo Sólido (TM)	2018	2019	2020	2021	2022
Orgánico	4.354	4.415	4.477	4.540	4.604
No aprovechable	933	946	960	973	987
Reciclable	897	909	922	935	948
Peligroso	63	64	65	66	67
Especial	63	64	65	66	67
Total	8.328	8.418	8.509	8.601	8.694

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del Anexo A – 2.

Cuadro A - 2: Composición de los residuos sólidos en la ciudad de Caranavi

Residuo Sólido	Porcentaje
Orgánico	69,00%
Reciclable	14,21%
No aprovechable	14,79%
Peligroso	1,00%
Especial	1,00%
Total	100,00%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, [MMAyA], 2023).

Cuadro A - 3: Actividades económicas en la ciudad de Caranavi

Actividad Económica	Población Ocupada (PO)
Agricultura, ganadería, caza, pesca, y silvicultura	18.958
Minería e Hidrocarburos	131
Industria manufacturera	652
Electricidad, gas, agua y desechos	29
Construcción	1.004
Comercio, transporte y almacenes	3.737
Otros servicios	2.626
Sin especificar	626
Descripciones incompletas	567

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2023).

Cuadro A - 4: Categorías de pobreza en el Municipio de Caranavi

Municipio y Comunidad	Población Censada (2012)	Población en Viviendas Particulares Estudiadas	Categorías de Pobreza						
			Población No Pobre			Población Pobre			
			Población con Necesidades Básicas Satisfechas	Población en el Umbral de Pobreza	Total Población No Pobre	Moderada	Indigente	Marginal	Total Población Pobre
			5,80%	19,10%	24,90%	55,40%	18,90%	0,80%	75,10%
Caranavi	50.330	49.189	2.919	9.613	12.532	27.883	9.512	403	37.798

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2023).

Cuadro B - 1: Usuarios registrados en la empresa DELAPAZ

ZONA	DOMICILIARIO	COMERCIAL	USUARIOS
Central	517	168	685
Villa Yara	564	59	623
Villa Esperanza	549	36	585
Jardín Botánico	432	137	569
13 de Diciembre	471	30	501
Villa La Paz	457	18	475
Prolongación Yara	342	21	363
Villa Juanita	289	17	306
Barrio Unidad	271	19	290
Nueva Generación	263	9	272
Gral. Federico Román	230	14	244
Manchego	182	15	197
Broncini	140	13	153
Panamericana	73	11	84
Platanal	68	8	76
Mercurio	61	7	68
TOTAL			5491

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la empresa DELAPAZ.

Cuadro B - 2: Modelo de Encuesta

MEJORA DEL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE CARANAVI	
I. DATOS GENERALES:	
Número de muestra:	
Fecha de inicio:	
Fecha de finalización:	
Nombre y apellido:	
Correo electrónico:	
Zona:	
II. DATOS DE LA VIVIENDA	
1. ¿Cuántas personas habitan en la casa donde usted vive?	
III. DATOS DEL MANEJO DE LA BASURA	
1. ¿De qué manera elimina los residuos generados en su casa?	
Carro basurero	
Botadero	
Lo quena	
Lo entierra	
Recicla	
2. ¿Realiza algún tipo de separación de su basura en casa?	
Si	
No	
3. ¿Cuáles de estos residuos reciclables genera a diario en su casa?	
Botellas PET	
Papel/cartón	
Aluminio	
Otros	
4. ¿Está conforme con el servicio de aseo urbano?	
Si	
No	
5. ¿Estaría dispuesto a pagar una tarifa de aseo urbano más elevada, para que la calidad del servicio sea excelente?	
Si	
No	
6. ¿Cuáles cree que deberían ser las tarifas de la tasa de aseo urbano para mejorar la calidad del servicio?	
Domiciliario 15 (Bs) - Comercial 25 (Bs)	
Domiciliario 20 (Bs) - Comercial 30 (Bs)	
Domiciliario 25 (Bs) - Comercial 35 (Bs)	

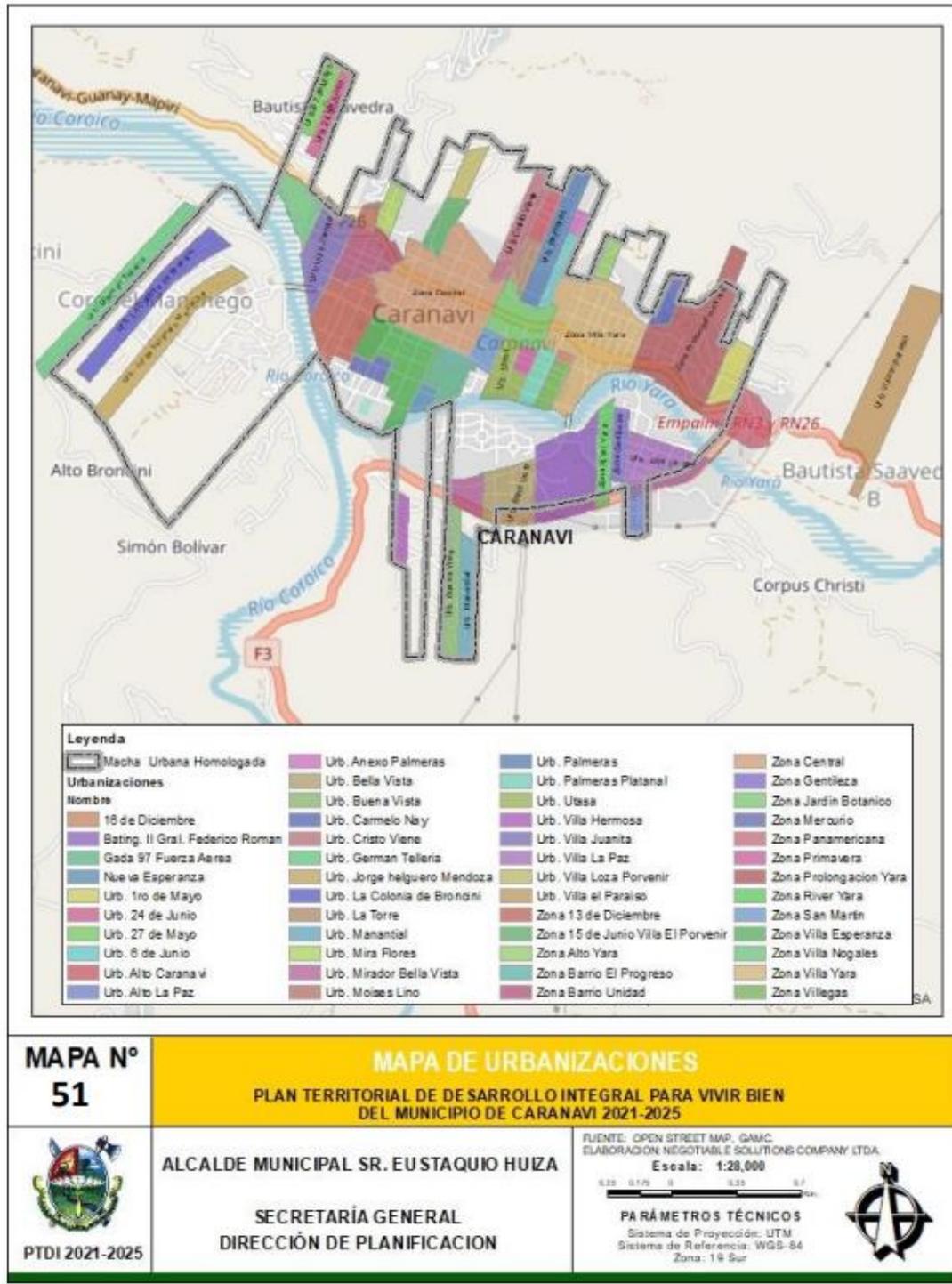
Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la empresa DELAPAZ

Cuadro B - 3: Muestras obtenidas de residuos sólidos reciclables

Familia 1 - Sector A								
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
botellas PET	74,26	85,15	77,63	72,43	121,40	66,51	73,56	81,56
papel/cartón	37,16	46,00	64,41	43,12	56,23	33,28	52,47	47,52
aluminio	0,00	59,42	27,65	0,00	62,49	19,56	0,00	24,16
otros	282,41	256,73	181,46	184,63	214,80	157,34	203,19	211,51
Total	393,83	447,30	351,15	300,18	454,92	276,69	329,22	364,76
Familia 2 - Sector B								
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
botellas PET	61,15	79,26	68,48	62,50	83,27	132,14	63,57	78,62
papel/cartón	81,62	53,86	54,28	56,92	42,54	49,37	86,13	60,67
aluminio	38,01	0,00	46,00	0,00	0,00	44,21	40,26	24,07
otros	271,08	258,26	203,14	278,69	234,18	208,08	236,15	241,37
Total	451,86	391,38	371,90	398,11	359,99	433,80	426,11	404,74
Familia 3 - Sector C								
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
botellas PET	47,78	57,45	126,23	56,41	57,55	122,74	105,23	81,91
papel/cartón	38,56	83,16	55,76	34,28	32,48	62,54	73,14	54,27
aluminio	36,01	0,00	59,17	32,96	28,15	0,00	0,00	22,33
otros	263,00	233,75	280,41	204,51	255,43	273,57	262,04	253,24
Total	385,35	374,36	521,57	328,16	373,61	458,85	440,41	411,76
Familia 4 - Sector D								
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
botellas PET	50,87	63,21	82,12	38,52	113,12	82,41	77,26	72,50
papel/cartón	77,13	43,26	60,17	55,16	66,03	43,17	33,19	54,02
aluminio	69,48	39,54	0,00	0,00	65,54	33,20	0,00	29,68
otros	194,37	223,53	255,13	218,33	205,78	296,13	243,81	233,87
Total	391,85	369,54	397,42	312,01	450,47	454,91	354,26	390,07

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de trabajo de investigación realizado en la ciudad de Caranavi.

Ilustración B - 1: Mapa de zonas de la ciudad de Caranavi



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos del (Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi [GAMC], 2022).

Cuadro D - 1: Camión compactador

DATOS GENERALES		
NOMBRE	Camión compactador	
PRECIO	1.111.131	(Bs)
SECCIÓN	Recolección	
MARCA	HINO	
PROCEDENCIA	Japón	
MODELO	HINO 1726	
FUNCIÓN	Recoger, compactar y transportar los residuos sólidos desde las calles de la ciudad hasta la Planta de Tratamiento de RSU.	
		
DATOS TÉCNICOS		
CAPACIDAD	6.600	(Kg)
LARGO TOTAL	6,30	(m)
MOTOR	HINO JO8C-TT	
COMBUSTIBLE	Diesel	
POTENCIA	245	(HP)
CILINDRADA	7.961	(mm)
PESO	4.300	(Kg)

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la cotización a la empresa.

Cuadro D - 2: Camión recolector pequeño

DATOS GENERALES					
NOMBRE	Camión recolector pequeño				
PRECIO	201.840	(Bs)			
SECCIÓN	Recolección				
MARCA	JAC				
PROCEDENCIA	China				
MODELO	X200-II				
PROVEEDOR	IMCRUZ				
FUNCIÓN	Recoger y transportar el material reciclable desde los contenedores hasta la Planta de Recolección y Tratamiento de RSU.				
					
			DATOS TÉCNICOS		
			CAPACIDAD	4.000	(Kg)
			DIMENSIONES	5,18 x 2,07 x 1,70	(m) x (m) x (m)
			MOTOR	Inyección Electrónica	
			COMBUSTIBLE	Gasolina	
			POTENCIA	107/6.000	(HP/rpm)
			CILINDRADRA	1.590	(cc)
			PESO	3.100,00	(Kg)

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la cotización a la empresa.

Cuadro D - 3: Compactadora industrial

DATOS GENERALES		
NOMBRE	Compactadora Industrial	
PRECIO	139.200	(Bs)
SECCIÓN	Compresión	
MARCA	Mil-Tek	
PROCEDENCIA	España	
MODELO	E219	
FUNCIÓN	Comprimir cartón, plástico y otros materiales reciclables en fardos para su fácil manejo y posterior comercialización.	
		
DATOS TÉCNICOS		
CAPACIDAD	80	(Kg)
DIMENSIONES	1.785 x 965 x 755	(mm) x (mm) x (mm)
ALIMENTACIÓN	Eléctrica	
VOLTAJE	1.200	(V)
INTENSIDAD	16	(A)
POTENCIA	19.200	(W)
PRESIÓN	6	(TM)
PESO	370	(Kg)
CICLO DE PRESIÓN	57	(s)
COMPACTACIÓN	85 - 90	%

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la cotización a la empresa.

Cuadro D - 4: Montacarga manual

DATOS GENERALES		
NOMBRE	Montacargas manual	
PRECIO	3.517	(Bs)
SECCIÓN	Almacenamiento	
MARCA	TRUPER	
PROCEDENCIA	México	
MODELO	HA26-1115TM	
FUNCIÓN	Permite manipular y transportar los fardos de materiales reciclables que salen de la compactadora.	
		
DATOS TÉCNICOS		
CAPACIDAD	2.600	(Kg)
DIMENSIONES	1,36 x 0,54 x 1,82	(m) x (m) x (m)
ELEVACIÓN	Hidráulico manual	
RUEDAS	Poliuretano	
DIRECCIÓN	Giro de 180°	
PESO	86	(Kg)
MATERIAL	Acero	

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la cotización a la empresa.

Cuadro D - 5: Coordenadas y tiempos de la Ruta RDF1

Ruta RDF1	X	Y	T (min)	Ruta RDF1	X	Y	T (min)	Ruta RDF1	X	Y	T (min)
RDF1-01	654155	8247791	0	RDF1-27	654592	8248063	4	RDF1-53	655059	8248702	4
RDF1-02	654157	8247903	4	RDF1-28	654648	8248061	4	RDF1-54	654971	8248728	4
RDF1-03	654065	8247910	4	RDF1-29	654656	8248158	4	RDF1-55	654878	8248774	4
RDF1-04	653971	8247912	4	RDF1-30	654664	8248268	4	RDF1-56	654786	8248823	4
RDF1-05	653970	8248011	4	RDF1-31	654669	8248375	4	RDF1-57	654748	8248732	4
RDF1-06	654066	8248047	4	RDF1-32	654741	8248366	4	RDF1-58	654707	8248641	4
RDF1-07	654164	8248088	4	RDF1-33	654720	8248252	4	RDF1-59	654604	8248654	4
RDF1-08	654273	8248121	4	RDF1-34	654783	8248229	4	RDF1-60	654653	8248770	4
RDF1-09	654165	8248171	4	RDF1-35	654747	8248128	4	RDF1-61	654692	8248859	4
RDF1-10	654163	8248215	4	RDF1-36	654715	8248032	4	RDF1-62	654597	8248896	4
RDF1-11	654062	8248246	4	RDF1-37	654788	8248000	4	RDF1-63	654507	8248936	4
RDF1-12	653971	8248220	4	RDF1-38	654823	8248102	4	RDF1-64	654426	8248967	4
RDF1-13	653973	8248280	4	RDF1-39	654863	8248205	4	RDF1-65	654393	8248890	4
RDF1-14	653892	8248308	4	RDF1-40	654937	8248178	4	RDF1-66	654469	8248854	4
RDF1-15	653787	8248287	4	RDF1-41	654901	8248075	4	RDF1-67	654558	8248814	4
RDF1-16	653786	8248228	4	RDF1-42	654871	8248007	4	RDF1-68	654513	8248697	4
RDF1-17	653794	8248173	4	RDF1-43	655027	8248028	4	RDF1-69	654425	8248738	4
RDF1-18	653892	8248141	4	RDF1-44	655223	8248229	4				
RDF1-19	653972	8248165	4	RDF1-45	655286	8248302	4				
RDF1-20	654035	8248165	4	RDF1-46	655268	8248388	4				
RDF1-21	654092	8248164	4	RDF1-47	655149	8248377	4				
RDF1-22	654511	8248070	4	RDF1-48	655037	8248408	4				
RDF1-23	654516	8248155	4	RDF1-49	654957	8248538	4				
RDF1-24	654521	8248289	4	RDF1-50	654865	8248605	4				
RDF1-25	654599	8248288	4	RDF1-51	654942	8248654	4				
RDF1-26	654595	8248153	4	RDF1-52	655026	8248622	4				

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Google Earth.

Cuadro D - 6: Coordenadas y tiempos de la Ruta RDF2

Ruta RDF2	X	Y	T (min)	Ruta RDF2	X	Y	T (min)	Ruta RDF2	X	Y	T (min)
RDF2-01	654348	8248801	0	RDF2-27	654014	8248784	4	RDF2-53	653482	8248834	4
RDF2-02	654240	8248819	4	RDF2-28	654103	8248744	4	RDF2-54	653572	8248793	4
RDF2-03	654140	8248832	4	RDF2-29	654196	8248701	4	RDF2-55	653658	8248755	4
RDF2-04	654052	8248873	4	RDF2-30	654283	8248662	4	RDF2-56	653742	8248715	4
RDF2-05	653944	8248931	4	RDF2-31	654371	8248621	4	RDF2-57	653822	8248682	4
RDF2-06	653859	8248965	4	RDF2-32	654333	8248540	4	RDF2-58	653937	8248601	4
RDF2-07	653770	8249001	4	RDF2-33	654245	8248578	4	RDF2-59	654023	8248542	4
RDF2-08	653680	8249038	4	RDF2-34	654160	8248617	4	RDF2-60	654110	8248498	4
RDF2-09	653592	8249076	4	RDF2-35	654068	8248655	4	RDF2-61	654194	8248459	4
RDF2-10	653503	8249114	4	RDF2-36	653977	8248696	4	RDF2-62	654279	8248415	4
RDF2-11	653419	8249150	4	RDF2-37	653857	8248749	4				
RDF2-12	653328	8249190	4	RDF2-38	653777	8248786	4				
RDF2-13	653236	8249236	4	RDF2-39	653691	8248824	4				
RDF2-14	653146	8249277	4	RDF2-40	653603	8248862	4				
RDF2-15	653045	8249324	4	RDF2-41	653515	8248900	4				
RDF2-16	653007	8249235	4	RDF2-42	653425	8248943	4				
RDF2-17	653109	8249191	4	RDF2-43	653339	8248981	4				
RDF2-18	653200	8249150	4	RDF2-44	653255	8249020	4				
RDF2-19	653288	8249102	4	RDF2-45	653157	8249062	4				
RDF2-20	653377	8249066	4	RDF2-46	653068	8249104	4				
RDF2-21	653464	8249026	4	RDF2-47	652963	8249142	4				
RDF2-22	653552	8248986	4	RDF2-48	653037	8249046	4				
RDF2-23	653641	8248950	4	RDF2-49	653119	8249003	4				
RDF2-24	653729	8248911	4	RDF2-50	653221	8248955	4				
RDF2-25	653816	8248872	4	RDF2-51	653307	8248918	4				
RDF2-26	653900	8248830	4	RDF2-52	653395	8248875	4				

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Google Earth.

Cuadro D - 7: Coordenadas y tiempos de las Rutas RRR1 y RRR2

Ruta RRR1	X	Y	T (min)	Ruta RRR1	X	Y	T (min)	Ruta RRR2	X	Y	T (min)
RRR1-01	654153	8247795	0	RRR1-24	654105	8248749	7	RRR2-01	653943	8248936	0
RRR1-02	653969	8247911	7	RRR1-25	654162	8248614	7	RRR2-02	653770	8249006	7
RRR1-03	654061	8248246	7	RRR1-26	654289	8248667	7	RRR2-03	653590	8249080	7
RRR1-04	653970	8248224	7	RRR1-27	654200	8248466	7	RRR2-04	653433	8249151	7
RRR1-05	653786	8248285	7					RRR2-05	653239	8249243	7
RRR1-06	653888	8248142	7					RRR2-06	653007	8249242	7
RRR1-07	654033	8248164	7					RRR2-07	653157	8249067	7
RRR1-08	654592	8248066	7					RRR2-08	653339	8248984	7
RRR1-09	654596	8248207	7					RRR2-09	653511	8248910	7
RRR1-10	654713	8248258	7					RRR2-10	653692	8248828	7
RRR1-11	654749	8248134	7					RRR2-11	653861	8248756	7
RRR1-12	654715	8248039	7					RRR2-12	653930	8248584	7
RRR1-13	654879	8248027	7					RRR2-13	653405	8248392	7
RRR1-14	654918	8248117	7					RRR2-14	653474	8248565	7
RRR1-15	654871	8248605	7					RRR2-15	653292	8248635	7
RRR1-16	655280	8248301	7					RRR2-16	653205	8248485	7
RRR1-17	654942	8248655	7					RRR2-17	653074	8248639	7
RRR1-18	654874	8248775	7					RRR2-18	653168	8248847	7
RRR1-19	654748	8248738	7					RRR2-19	652748	8249048	7
RRR1-20	654563	8248817	7					RRR2-20	652388	8249274	7
RRR1-21	654509	8248936	7					RRR2-21	652233	8249036	7
RRR1-22	654425	8248746	7					RRR2-22	652470	8248920	7
RRR1-23	654242	8248824	7					RRR2-23	652668	8248905	7

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Google Eart.

Cuadro D - 8: Coordenadas de los contenedores

Contenedor	X	Y	Contenedor	X	Y
COM-01	654153	8247795	RRR2-01	COM-24	8E+06
COM-02	653969	8247911	RRR2-02	COM-25	8E+06
COM-03	654061	8248246	RRR2-03	COM-26	8E+06
COM-04	653970	8248224	RRR2-04	COM-27	8E+06
COM-05	653786	8248285	RRR2-05	COM-28	8E+06
COM-06	653888	8248142	RRR2-06	COM-29	8E+06
COM-07	654033	8248164	RRR2-07	COM-30	8E+06
COM-08	654592	8248066	RRR2-08	COM-31	8E+06
COM-09	654596	8248207	RRR2-09	COM-32	8E+06
COM-10	654713	8248258	RRR2-10	COM-33	8E+06
COM-11	654749	8248134	RRR2-11	COM-34	8E+06
COM-12	654715	8248039	RRR2-12	COM-35	8E+06
COM-13	654879	8248027	RRR2-13	COM-36	8E+06
COM-14	654918	8248117	RRR2-14	COM-37	8E+06
COM-15	654871	8248605	RRR2-15	COM-38	8E+06
COM-16	655280	8248301	RRR2-16	COM-39	8E+06
COM-17	654942	8248655	RRR2-17	COM-40	8E+06
COM-18	654874	8248775	RRR2-18	COM-41	8E+06
COM-19	654748	8248738	RRR2-19	COM-42	8E+06
COM-20	654563	8248817	RRR2-20	COM-43	8E+06
COM-21	654509	8248936	RRR2-21	COM-44	8E+06
COM-22	654425	8248746	RRR2-22	COM-45	8E+06
COM-23	654242	8248824	RRR2-23	COM-46	8E+06

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro D - 9: Tiempos y distancias de la Ruta RDF

Tramos	Tiempo (min)	Distancia (km)
T1	10	0,00
T2	3	0,50
T3	388	11,40
T4	20	5,38
T5	10	0,00
T6	18	4,95
Total	449	22,23
T7	10	0,00
T8	8	1,65
T9	356	10,94
T10	25	5,12
T11	10	0,00
T12	25	4,83
Total	434	22,54

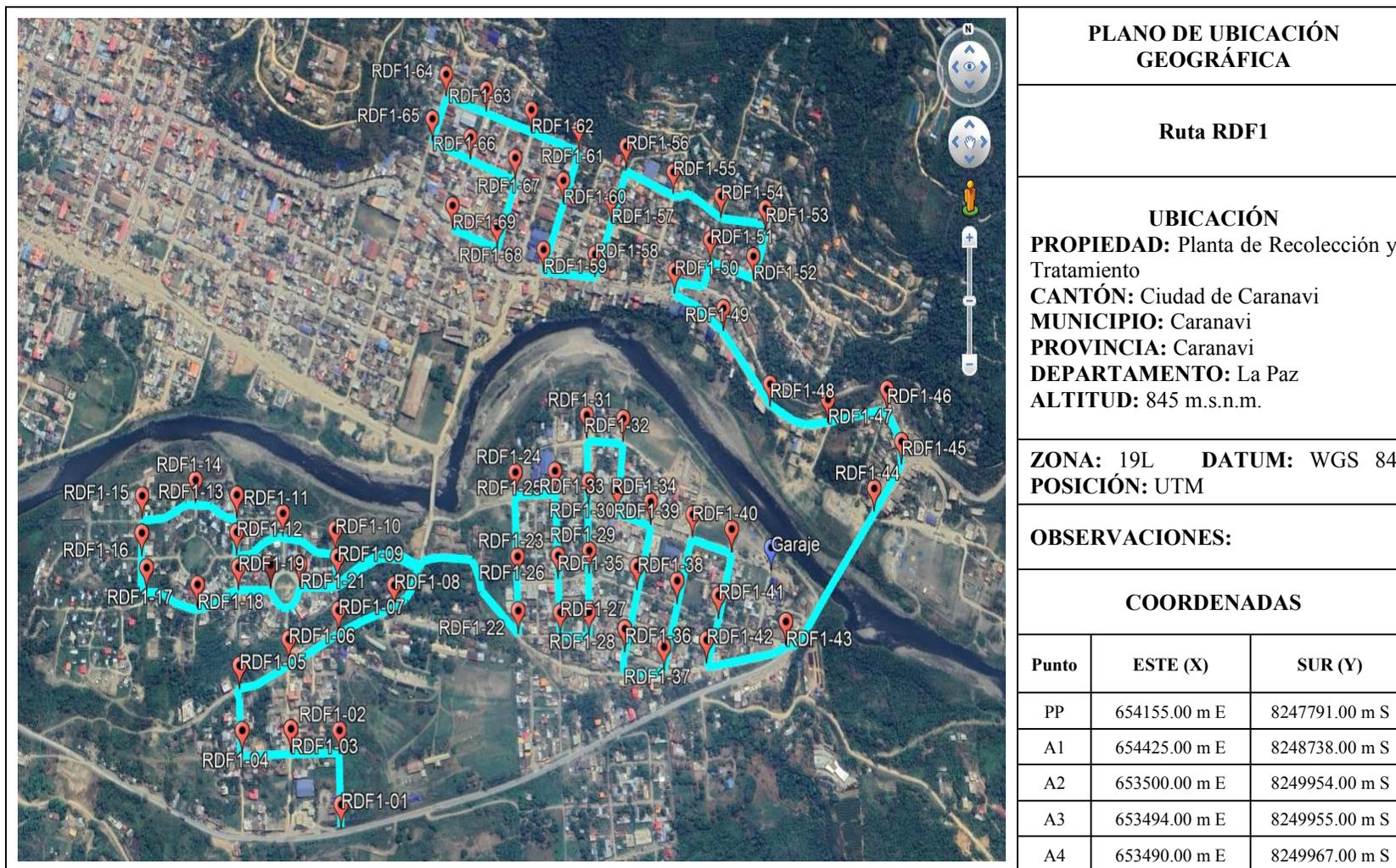
Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro D - 10: Tiempos y distancias de la Ruta RRR

Tramos	Tiempo (min)	Distancia (km)
T31	10	0,00
T32	5	1,10
T33	182	6,67
T34	8	2,50
T35	10	0,00
T36	25	2,55
Total	240	12,82
T37	10	0,00
T38	7	1,33
T39	154	6,00
T40	10	3,50
T41	10	0,00
T42	25	3,59
Total	216	14,42

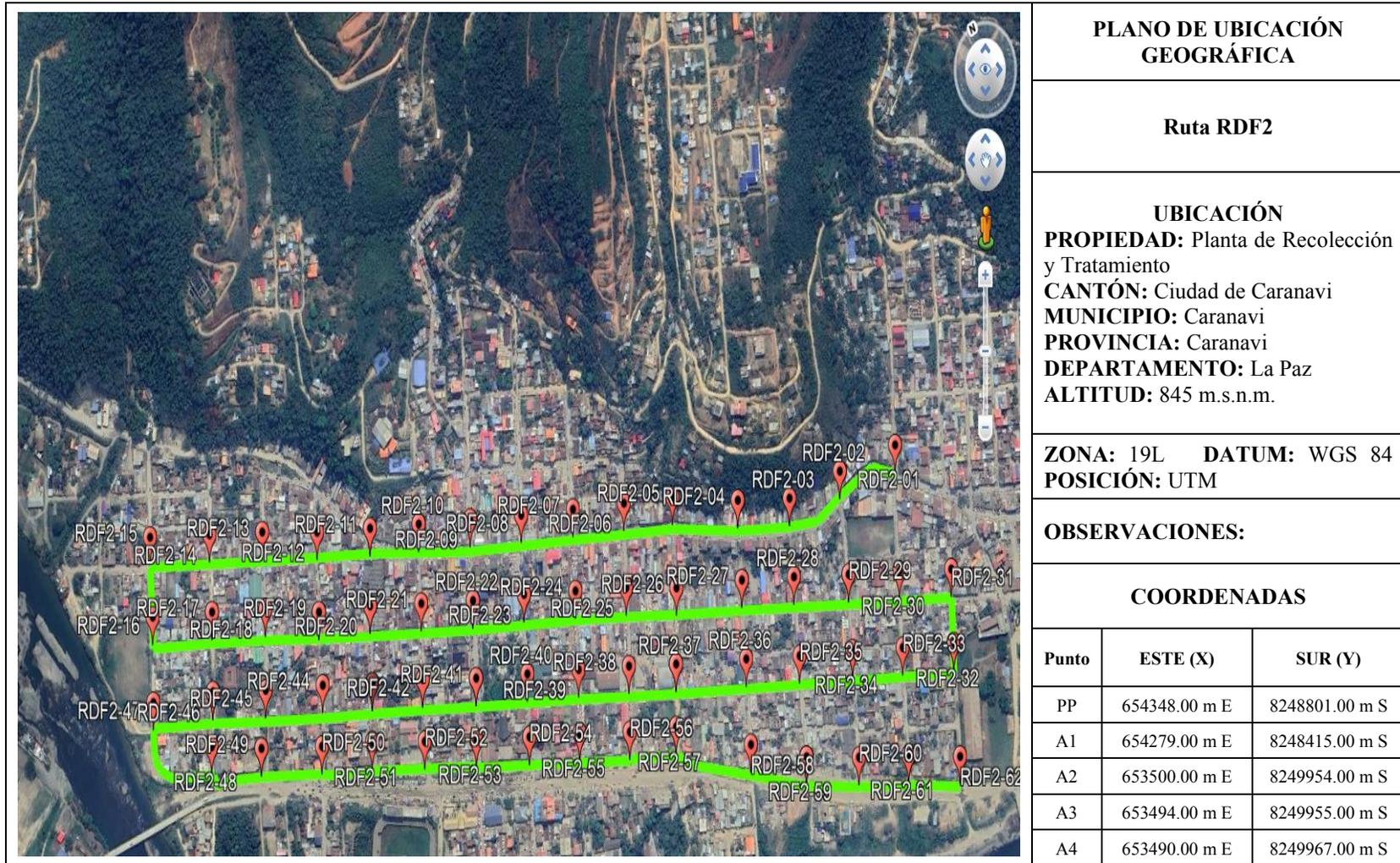
Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro D - 11: Ruta RDF1



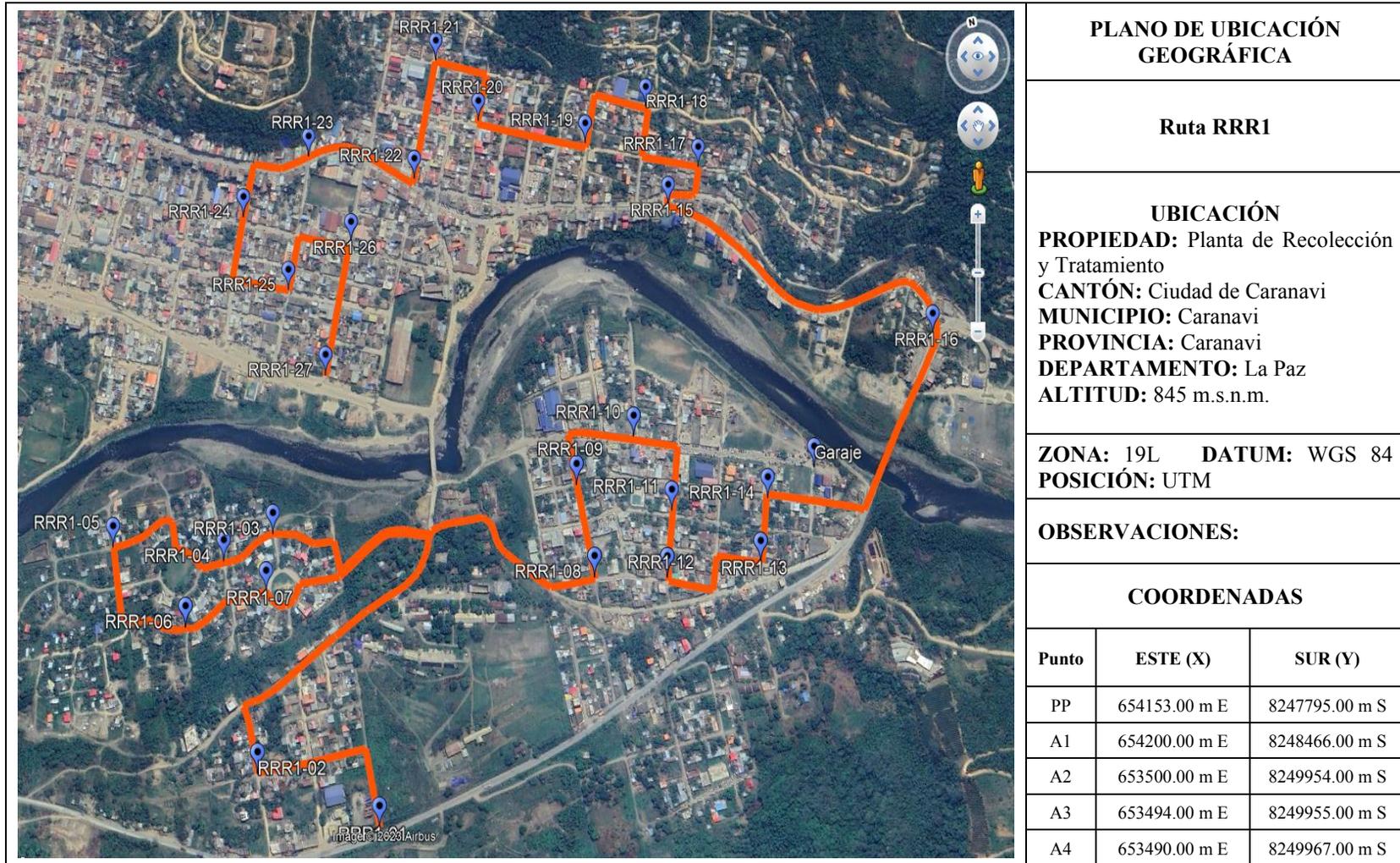
Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro D - 12: Ruta RDF2



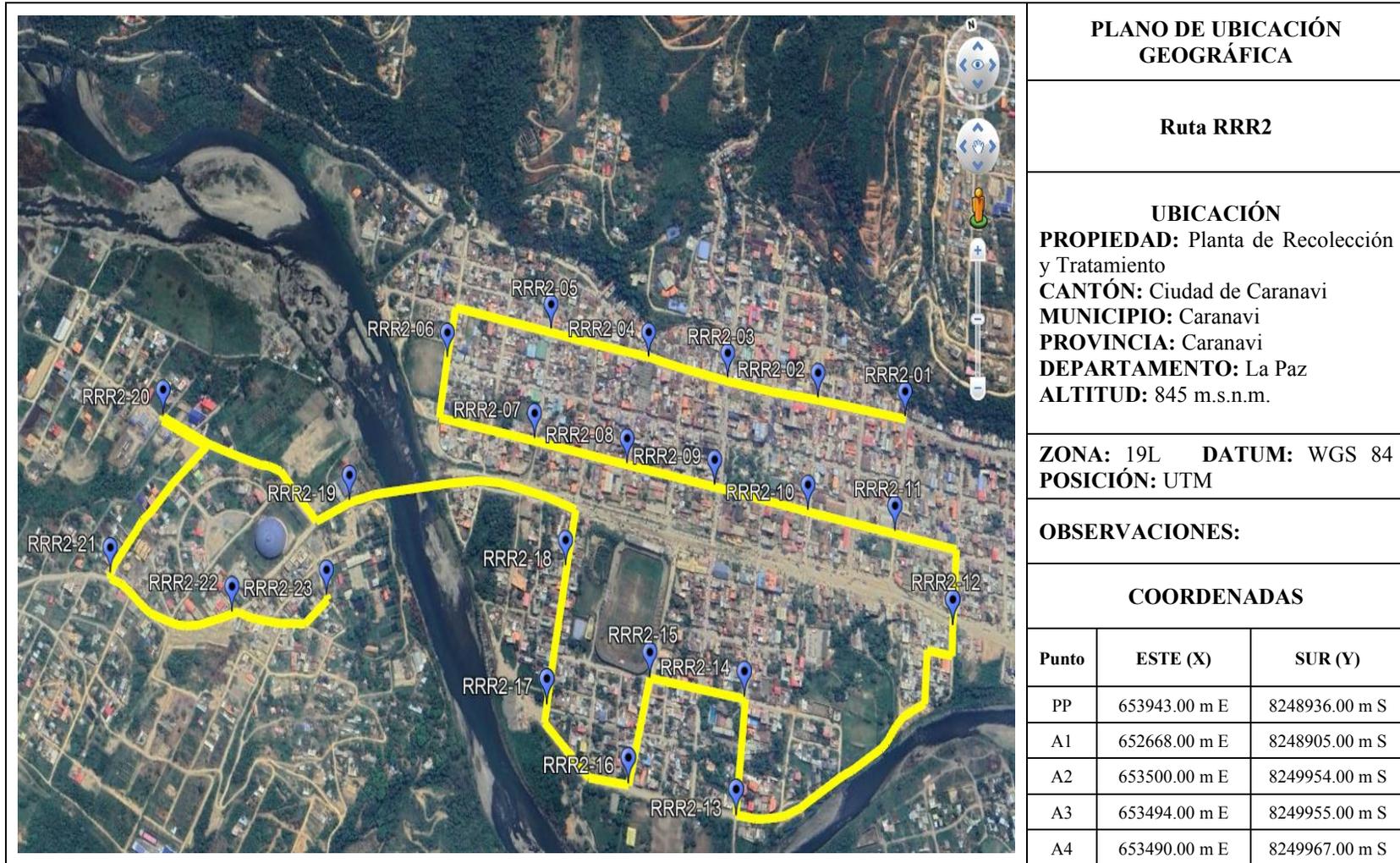
Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro D - 13: Ruta RRR1



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro D - 14: Ruta RRR2



Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de Google Earth.

Cuadro E - 1: REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE

Ítem: R052					Costo (Bs)
Unidad: m2					745
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Madera de construcción	p2	0,25	8,00	2,00
2	Alambre de amarre	Kg	0,02	12,00	0,24
3	Clavos	Kg	0,01	12,50	0,13
4	Estuco	Kg	0,07	0,68	0,05
				TOTAL A:	2,41
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	0,02	20,50	0,41
2	Ayudante	hr	0,02	15,00	0,30
3	Topógrafo	hr	0,02	21,00	0,42
				PARCIAL B:	1,13
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	0,17
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	0,06
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	0,11
CARGA SOCIAL:				70%	0,79
				PARCIAL B:	1,13
				TOTAL B:	2,26
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	1,13	0,07
				TOTAL C:	0,07
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					4,74
Gastos Generales:					10% 0,47
Utilidades:					10% 0,47
					TOTAL D:
					0,95
COSTO ÍTEM				5,69	Bs
ÁREA TOTAL				131	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 2: EXCAVACIÓN 0 - 1,5 (m) TERRENO BLANDO

Ítem: E040					Costo (Bs)
Unidad: m3					10.786
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
				TOTAL A:	0,00
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	0,50	20,50	10,25
2	Ayudante	hr	2,70	15,00	40,50
				PARCIAL B:	50,75
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	7,58
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	2,54
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	5,08
CARGA SOCIAL:				70%	35,53
				PARCIAL B:	50,72
				TOTAL B:	101,47
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	50,75	3,05
				TOTAL C:	3,05
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					104,51
Gastos Generales:				10%	10,45
Utilidades:				10%	10,45
				TOTAL D:	20,90
COSTO ÍTEM				125,42	Bs
VOLUMEN TOTAL				86	m3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 3: ZAPATAS DE Ho. Ao.

Ítem: Z010					Costo (Bs)
Unidad: m3					7.111
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	350,00	1,11	388,50
2	Fierro corrugado	Kg	40,00	6,30	252,00
3	Grava común	m3	0,95	120,75	114,71
4	Arena común	m3	0,45	120,75	54,34
5	Madera de construcción	p2	25,00	8,00	200,00
6	Clavos	Kg	0,20	12,50	2,50
7	Alambre de amarre	Kg	1,00	12,00	12,00
				TOTAL A:	1.024,05
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	12,00	20,50	246,00
2	Ayudante	hr	18,00	15,00	270,00
3	Encofrador	hr	10,00	20,50	205,00
4	Armador	hr	10,00	20,50	205,00
				PARCIAL B:	926,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	138,34
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	46,30
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	92,60
CARGA SOCIAL:				70%	648,20
				PARCIAL B:	925,44
				TOTAL B:	1851,44
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Mezcladora	hr	1,00	20,00	20,00
2	Vibradora	hr	0,80	15,00	12,00
3	Otros	%	6,00%	926,00	55,56
				TOTAL C:	87,56
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					2.963,05
Gastos Generales:					10% 296,31
Utilidades:					10% 296,31
				TOTAL D:	592,61
COSTO ÍTEM				3.555,67	Bs
VOLUMEN TOTAL				2,00	m3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 4: CIMIENTO DE HORMIGÓN CICLOPEO

Ítem: C030					Costo (Bs)
Unidad: m3					35.160
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	120,00	1,11	133,20
2	Arena común	m3	0,20	120,75	24,15
3	Grava común	m3	0,30	120,75	36,23
4	Piedra para cimiento	m3	0,80	115,00	92,00
				TOTAL A:	285,58
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	5,00	20,50	102,50
2	Ayudante	hr	5,00	15,00	75,00
				PARCIAL B:	177,50
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	26,52
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	8,88
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	17,75
CARGA SOCIAL:				70%	124,25
				PARCIAL B:	177,39
				TOTAL B:	354,89
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	0,06	177,50	10,65
				TOTAL C:	10,65
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					651,12
Gastos Generales:				10%	65,11
Utilidades:				10%	65,11
				TOTAL D:	130,22
COSTO ÍTEM				781,34	Bs
VOLUMEN TOTAL				45,00	m3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 5: SOBRECIMIENTO

Ítem: S010					Costo (Bs)
Unidad: m3					13.740
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	120,00	1,11	133,20
2	Arena común	m3	0,25	120,75	30,19
3	Grava común	m3	0,35	120,75	42,26
4	Piedra manzana	m4	0,80	115,00	92,00
5	Madera de construcción	p2	25,00	8,00	200,00
6	Clavos	Kg	0,60	12,50	7,50
7	Alambre de amarre	Kg	0,50	12,00	6,00
8	Sika 1 impermeabilizante	Kg	2,00	15,00	30,00
				TOTAL A:	541,15
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	10,00	20,50	205,00
2	Ayudante	hr	10,00	15,00	150,00
				PARCIAL B:	355,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	53,04
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	17,75
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	35,50
CARGA SOCIAL:				70%	248,50
				PARCIAL B:	354,79
				TOTAL B:	709,79
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros		6,00%	355,00	21,30
				TOTAL C:	21,30
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					1.272,24
Gastos Generales:				10%	127,22
Utilidades:				10%	127,22
				TOTAL D:	254,45
COSTO ÍTEM				1.526,68	Bs
VOLUMEN TOTAL				9,00	m3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 6: COLUMNAS DE Ho. Ao.

Ítem: C100					Costo (Bs)
Unidad: m3					63.694
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	350,00	1,11	388,50
2	Fierro corrugado	Kg	125,00	6,30	787,50
3	Arena común	m3	0,45	120,75	54,34
4	Grava común	m3	0,92	120,75	111,09
5	Madera de construcción	p2	80,00	8,00	640,00
6	Clavos	Kg	2,00	12,50	25,00
7	Alambre de amarre	Kg	2,00	12,00	24,00
				TOTAL A:	2.030,43
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Encofrador	hr	16,00	20,50	328,00
2	Armador	hr	10,00	20,50	205,00
3	Albañil	hr	10,00	20,50	205,00
4	Ayudante	hr	15,00	15,00	225,00
				PARCIAL B:	963,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	143,87
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	48,15
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	96,30
CARGA SOCIAL:				70%	674,10
				PARCIAL B:	962,42
				TOTAL B:	1925,42
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Mezcladora	hr	100,00%	20,00	20,00
2	Vibradora	hr	0,80	15,00	12,00
3	Otros	%	6,00%	963,00	57,78
				TOTAL C:	89,78
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					4.045,63
Gastos Generales:					10% 404,56
Utilidades:					10% 404,56
				TOTAL D:	809,13
COSTO ÍTEM				4.854,76	Bs
VOLUMEN TOTAL				13,12	m3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 7: MURO LADRILLO 12 (cm) 6H

Ítem: C100					Costo (Bs)
Unidad: m2					446.175
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	11,00	1,11	12,21
2	Arena fina	m3	0,05	136,50	6,83
3	Ladrillo 6H. 24x15x11 (cm)	pza	24,00	1,20	28,80
				TOTAL A:	47,84
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	1,50	20,50	30,75
2	Ayudante	hr	1,75	15,00	26,25
				PARCIAL B:	57,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	8,52
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	2,85
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	5,70
CARGA SOCIAL:				70%	39,90
				PARCIAL B:	56,97
				TOTAL B:	113,97
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	57,00	3,42
				TOTAL C:	3,42
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					165,22
Gastos Generales:				10%	16,52
Utilidades:				10%	16,52
				TOTAL D:	33,04
COSTO ÍTEM				198,26	Bs
ÁREA TOTAL				2.250,40	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 8: VIGA DE ENCADENADO DE Ho. Ao.

Ítem: V010					Costo (Bs)
Unidad: m3					78.578
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	350,00	1,11	388,50
2	Fierro corrugado	Kg	75,00	6,30	472,50
3	Arena común	m3	0,45	120,75	54,34
4	Grava común	m3	0,92	120,75	111,09
5	Madera de construcción	p2	70,00	8,00	560,00
6	Clavos	Kg	1,50	12,50	18,75
7	Alambre de amarre	Kg	1,00	12,00	12,00
				TOTAL A:	1.617,18
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Encofrador	hr	17,00	20,50	348,50
2	Armador	hr	9,00	20,50	184,50
3	Albañil	hr	9,00	20,00	180,00
4	Ayudante	hr	18,00	14,00	252,00
				PARCIAL B:	965,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	144,17
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	48,25
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	96,50
CARGA SOCIAL:				70%	675,50
				PARCIAL B:	964,42
				TOTAL B:	1929,42
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Mezcladora	hr	100,00%	20,00	20,00
2	Vibradora	hr	0,80	15,00	12,00
3	Otros	%	6,00%	987,50	59,25
				TOTAL C:	91,25
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					3.637,85
Gastos Generales:					10% 363,78
Utilidades:					10% 363,78
				TOTAL D:	727,57
COSTO ÍTEM					4.365,42 Bs
ÁREA TOTAL					18,00 m3

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 9: LOSA ALIVIANADA DE Ho. Ao.

Ítem: L030					Costo (Bs)
Unidad: m2					16.883
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	40,00	1,11	44,40
2	Fierro corrugado	Kg	10,00	6,30	63,00
3	Arena común	m3	0,06	120,75	7,25
4	Grava común	m3	0,10	120,75	12,08
5	Madera de construcción	p2	10,00	8,00	80,00
6	Clavos	Kg	0,20	12,50	2,50
7	Alambre de amarre	Kg	0,20	12,00	2,40
8	Plastoform tira 100x40x16 (cm)	pza	2,00	18,50	37,00
9	Plastiment H-E plastificante	Kg	0,16	17,00	2,72
				TOTAL A:	251,34
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Encofrador	hr	1,15	20,50	23,58
2	Armador	hr	1,00	20,50	20,50
3	Albañil	hr	1,50	20,50	30,75
4	Ayudante	hr	2,00	15,00	30,00
				PARCIAL B:	104,83
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	15,66
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	5,24
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	10,48
CARGA SOCIAL:				70%	73,38
				PARCIAL B:	104,76
				TOTAL B:	209,59
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Mezcladora	hr	5,00%	20,00	1,00
2	Vibradora	hr	0,05	15,00	0,75
3	Otros	%	6,00%	104,82	6,29
				TOTAL C :	8,04
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					468,97
Gastos Generales:					10% 46,90
Utilidades:					10% 46,90
				TOTAL D:	93,79
COSTO ÍTEM				562,76	Bs
ÁREA TOTAL				30,00	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 10: EMPEDRADO Y CONTRAPISO DE Ho.

Ítem: E010					Costo (Bs)
Unidad: m2					232.111
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	20,00	1,11	22,20
2	Arena común	m3	0,06	120,75	7,25
3	Grava común	m3	0,04	120,75	4,83
4	Piedra manzana	m3	0,15	115,00	17,25
				TOTAL A:	51,53
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	1,50	20,50	30,75
2	Ayudante	hr	1,50	15,00	22,50
				PARCIAL B:	53,25
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	7,96
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	2,66
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	5,33
CARGA SOCIAL:				70%	37,28
				PARCIAL B:	53,22
				TOTAL B:	106,47
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	53,25	3,20
				TOTAL C :	3,20
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					161,19
Gastos Generales:				10%	16,12
Utilidades:				10%	16,12
				TOTAL D:	32,24
COSTO ÍTEM				193,43	Bs
ÁREA TOTAL				1.200,00	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 11: PISO ENLUCIDO FINO

Ítem: P140					Costo (Bs)
Unidad: m2					130.117
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	10,00	1,11	11,10
2	Arena fina	m3	0,02	136,50	2,73
3	Ocre importado	Kg	0,18	19,00	3,42
				TOTAL A:	17,25
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	1,00	20,50	20,50
2	Ayudante	hr	1,00	15,00	15,00
				PARCIAL B:	35,50
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	5,30
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	1,78
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	3,55
CARGA SOCIAL:				70%	24,85
				PARCIAL B:	35,48
				TOTAL B:	70,98
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	35,50	2,13
				TOTAL C :	2,13
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					90,36
Gastos Generales:					10% 9,04
Utilidades:					10% 9,04
				TOTAL D:	18,07
COSTO ÍTEM				108,43	Bs
ÁREA TOTAL				1.200,00	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 12: REVOQUE INTERIOR DE YESO

Ítem: R110					Costo (Bs)
Unidad: m2					112.131
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Estuco	Kg	10,50	0,68	7,14
				TOTAL A:	7,14
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Albañil	hr	1,50	20,50	30,75
2	Ayudante	hr	1,50	15,00	22,50
				PARCIAL B:	53,25
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	7,96
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	2,66
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	5,33
CARGA SOCIAL:				70%	37,28
				PARCIAL B:	53,22
				TOTAL B:	106,47
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	53,25	3,20
				TOTAL C :	3,20
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					116,80
Gastos Generales:				10%	11,68
Utilidades:				10%	11,68
				TOTAL D:	23,36
COSTO ÍTEM				140,16	Bs
ÁREA TOTAL				800,00	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 13: REVOQUE CIELO RASO S/LOSA

Ítem: R090					Costo (Bs)
Unidad: m2					5.675
A: MATERIALES					
o.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
	Estuco	Kg	16,80	0,68	11,42
				TOTAL A:	11,42
B: MANO DE OBRA					
o.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
	Albañil	hr	2,00	20,50	41,00
	Ayudante	hr	2,00	15,00	30,00
				PARCIAL B:	71,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	10,61
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	3,55
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	7,10
CARGA SOCIAL:				70%	49,70
				PARCIAL B:	70,96
				TOTAL B:	141,96
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
o.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
	Otros	%	6,00%	71,00	4,26
				TOTAL C :	4,26
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					157,64
Gastos Generales:					10% 15,76
Utilidades:					10% 15,76
				TOTAL D:	31,53
COSTO ÍTEM				189,17	Bs
ÁREA TOTAL				30,00	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 15: VENTANA METÁLICA (angular 1" x 1/8")

Ítem: V014					Costo (Bs)
Unidad: m2					39.446
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Angular 1" x 1/8"	m	7,00	11,00	77,00
2	Perfil TEE 1" x 1/8"	m	1,00	14,50	14,50
3	Electrodos	Kg	0,40	18,00	7,20
4	Pintura anticorrosiva	gal	0,07	162,00	11,34
5	Bisagra de metal	pza	2,00	4,00	8,00
				TOTAL A:	118,04
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Especialista cerrajero	hr	3,00	20,50	61,50
2	Albañil	hr	1,50	20,50	30,75
3	Ayudante	hr	3,00	15,00	45,00
				PARCIAL B:	137,25
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	20,51
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	6,86
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	13,73
CARGA SOCIAL:				70%	96,08
				PARCIAL B:	137,17
				TOTAL B:	274,42
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Equipo de soldadura	hr	60,00%	17,00	10,20
2	Otros	%	0,06	137,25	8,24
				TOTAL C :	18,44
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					410,89
Gastos Generales:				10%	41,09
Utilidades:				10%	41,09
				TOTAL D:	82,18
COSTO ÍTEM				493,07	Bs
ÁREA TOTAL				80,00	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 16: PUERTA PLANCHA METÁLICA

Ítem: PU03					Costo (Bs)
Unidad: m2					41.633
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Plancha de hierro 1/8"	hoja	0,50	310,00	155,00
2	Angular 1" x 1/8"	m	5,00	11,00	55,00
3	Soldadura	Kg	0,80	16,00	12,80
4	Pintura anticorrosiva	gal	0,10	162,00	16,20
				TOTAL A:	239,00
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Especialista	hr	6,00	21,00	126,00
				PARCIAL B:	126,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	18,82
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	6,30
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	12,60
CARGA SOCIAL:				70%	88,20
				PARCIAL B:	125,92
				TOTAL B:	251,92
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	126,00	7,56
				TOTAL C :	7,56
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					498,48
Gastos Generales:				10%	49,85
Utilidades:				10%	49,85
				TOTAL D:	99,70
COSTO ÍTEM				598,18	Bs
ÁREA TOTAL				69,60	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 17: PROV. Y COLOC. TUBERÍA PVC DE 2" E-40 C/JUNTA DE GOMA

Ítem: P260					Costo (Bs)
Unidad: m					626
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Tubería PVC E-40 d=2" c/junta	m	1,05	18,00	18,90
2	Limpiador	lt	0,03	35,00	1,05
				TOTAL A:	19,95
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Especialista	hr	0,20	21,00	4,20
2	Ayudante	hr	0,20	15,00	3,00
				PARCIAL B:	7,20
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	1,08
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	0,36
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	0,72
CARGA SOCIAL:				70%	5,04
				PARCIAL B:	7,20
				TOTAL B:	14,40
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	7,20	0,43
				TOTAL C:	0,43
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					34,78
Gastos Generales:				10%	3,48
Utilidades:				10%	3,48
				TOTAL D:	6,96
COSTO ÍTEM				41,73	Bs
LONGITUD TOTAL				15,00	m

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 18: DUCHA

Ítem: D030					Costo (Bs)
Unidad: pza					1.715
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Base de ducha 0,80 x 0,80	pza	1,00	130,00	130,00
2	Mezclador y transf. p/ducha	pza	1,00	295,00	295,00
3	Codo galvanizado 1/2"	pza	3,00	4,50	13,50
4	TEE galvanizada 1/2"	pza	2,00	5,50	11,00
5	Niple hexagonal galv. 1/2"	pza	2,00	4,50	9,00
6	Cañería galv. De 1/2"	m	5,00	25,00	125,00
7	Cemento Portland	Kg	18,00	1,11	19,98
8	Arena fina	m3	0,05	136,50	6,83
				TOTAL A:	610,31
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Especialista	hr	10,00	21,00	210,00
2	Ayudante	hr	12,50	15,00	187,50
				PARCIAL B:	397,50
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	59,39
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	19,88
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	39,75
CARGA SOCIAL:				70%	278,25
				PARCIAL B:	397,26
				TOTAL B:	794,76
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	397,50	23,85
				TOTAL C:	23,85
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					1.428,92
Gastos Generales:				10%	142,89
Utilidades:				10%	142,89
				TOTAL D:	285,78
COSTO ÍTEM				1.714,70	Bs
CANTIDAD				1,00	pza

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 21: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO

Ítem: T005					Costo (Bs)
Unidad: pza					1.175
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Interruptor térmico 2x15 amp.	Kg	1,00	40,00	40,00
2	Interruptor térmico 2x20 amp.	pza	1,00	50,00	50,00
3	Interruptor térmico 2x30 amp.	pza	1,00	60,00	60,00
4	Interruptor térmico 2x40 amp.	pza	1,00	60,00	60,00
5	Tablero medidor 8 espacios	pza	1,00	280,00	280,00
6	Alambre Cu AWG No. 1x10	m	30,00	6,50	195,00
				TOTAL A:	685,00
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Electricista	hr	8,00	2,25	18,00
2	Ayudante	hr	8,00	15,00	120,00
				PARCIAL B:	138,00
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	20,62
HERRAMIENTAS MENORES;				5%	6,90
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	13,80
CARGA SOCIAL:				70%	96,60
				PARCIAL B:	137,92
				TOTAL B:	275,92
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	298,00	17,88
				TOTAL C :	17,88
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					978,80
Gastos Generales:				10%	97,88
Utilidades:				10%	97,88
				TOTAL D:	195,76
COSTO ÍTEM				1.174,56	Bs
CANTIDAD				1,00	pza

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 22: PROV. E INST. ILUMINACIÓN INCANDESCENTE

Ítem: I005					Costo (Bs)
Unidad: pto					5.363
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Alambre Cu AWG No. 1x14	m	14,00	2,50	35,00
2	Tubo conduit PVC 5/8"	m	7,00	2,50	17,50
3	Caja plástica rectangular	pza	1,00	4,00	4,00
4	Caja plástica circular	pza	1,00	4,00	4,00
5	Socket	pza	1,00	5,00	5,00
6	Foco de 100 (W)	pza	1,00	4,00	4,00
7	Cinta aislante	pza	0,20	8,00	1,60
8	Plaqueta interruptor simple	pza	1,00	18,00	18,00
				TOTAL A:	89,10
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Electricista	hr	3,00	22,25	66,75
2	Ayudante	hr	3,00	15,00	45,00
				PARCIAL B:	111,75
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	16,70
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	5,59
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	11,18
CARGA SOCIAL:				70%	78,23
				PARCIAL B:	111,68
				TOTAL B:	223,43
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	111,75	6,71
				TOTAL C:	6,71
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					319,24
Gastos Generales:				10%	31,92
Utilidades:				10%	31,92
				TOTAL D:	63,85
COSTO ÍTEM				383,09	Bs
CANTIDAD				14,00	pto

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 2019.

Cuadro E - 23: CUBIERTA STEEL FRAME C/CALAMINA OND.

Ítem: F216					Costo (Bs)
Unidad: m2					397.996
A: MATERIALES					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Calamina ondulada No. 28	m2	1,10	46,53	51,18
2	Perfil PCG 90x40x6	m	3,20	17,20	55,04
3	Perfil PCG 61x40x6	m	1,60	14,30	22,88
4	Perfil p/cercha PGO 40x6	m	1,60	12,50	20,00
5	Perfil PGU 90x40	m	0,50	17,00	8,50
6	Tornillo hexagonal	pza	20,00	0,50	10,00
7	Perno de expansión	pza	0,40	7,50	3,00
				TOTAL A:	170,60
B: MANO DE OBRA					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Especialista	hr	1,20	21,00	25,20
2	Ayudante	hr	1,70	15,00	25,50
				PARCIAL B:	50,70
RECARGO SOBRE B					
IVA:				14,94%	7,57
HERRAMIENTAS MENORES:				5%	2,54
MANO DE OBRA INDIRECTA:				10%	5,07
CARGA SOCIAL:				70%	35,49
				PARCIAL B:	50,67
				TOTAL B:	101,37
C: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Nro.	Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1	Otros	%	6,00%	50,70	3,04
				TOTAL C:	3,04
D: RECARGOS GENERALES					
Descripción					Costo Total
Costo de A+B+C					275,01
Gastos Generales:				10%	27,50
Utilidades:				10%	27,50
				TOTAL D:	55,00
COSTO ÍTEM				330,02	Bs
ÁREA TOTAL				1.205,99	m2

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de la Revista de Construcciones, 201

Cuadro E - 24: Matriz de Leopold

		FACTORES																Afectaciones		Total afectaciones	Agregado del impacto
		Tierra		Atmósfera				Flora			Fauna			Socioeconómico							
		Suelos	Forma del terreno	Calidad del aire (gases, partículas)	Temperatura	Generación de aguas residuales	Ruido	Árboles	Arbustos	Microflora	Aves	Animales terrestres	Microfauna	Empleo	Estilo de vida	+	-				
ACCIONES																					
Construcción	Camino y senderos	-3	-2	2	1	-4	-5	-2	-1	1	-2	-3	1	3	2	3	2	6	8	14	-79
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	-8	-7	-4	-3	-6	-5	-9	-7	-6	-8	-9	-6	8	9	6	4	2	12	14	-513
	Excavación de suelo	-7	-5			-3	-2	-6	-4	-5	-3	-4	-5	8	9	6	3	2	10	12	-272
	Construcción de la planta	-5	-4	-6	-3	-7	-8	-6	-4	-5	-6	-7	6	7	8	5	7	2	12	14	-252
	Instalación de equipos	-7	-4	3	2	-5	-6	-8	-5	4	-4	-4	4	6	4	5	3	6	8	14	-78
Operación	Recolección de residuos	-4	-3	-2	1	-5	-3	2	1	3	2	-3	1	4	4	4	4	8	6	14	-20
	Tratamiento de residuos	-5	-4	3	2	-6	-4	5	4	2	3	2	6	2	2	6	4	10	4	14	115
	Disposición final	-7	-5	-6	-3	-4	-2	-8	-6	-5	-4	-4	6	5	6	6	5	2	12	14	-322
Afectaciones	+	0	0	3	4	0	0	2	2	4	2	1	4	8	8	8	8	38	72	110	-1421
	-	8	8	4	3	8	8	6	6	4	6	7	4	0	0	0	0	72			
Total afectaciones		8	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	110			
Agregado del impacto		-260	-212	-68	-9	-243	-191	-257	-137	-63	-135	-221	-68	276	167			-1421			

Fuente: Elaboración con base en datos obtenidos de (Leopold, 1971)



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL



2024-TTES-1312-D-1

**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-208-D/2024
La Paz, 17 de septiembre de 2024**

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **12 de septiembre de 2024** vía On-Line, por **ALVARO HERNANDEZ PARRA** con **C.I. N° 4790989 LP**, con número de trámite **DA 223-DIG/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"DISEÑO TÉCNICO DE UNA PLANTA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE CARANAVI"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el *"Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración"*.

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece *"Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión"*. En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: *"la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"*

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*

Que, el Decreto Supremo, N° 4218 del 14 de abril de 2020, regula el teletrabajo como una modalidad especial de prestación de servicios caracterizada por la utilización de Tecnologías de la Información y Comunicación - TIC, en los sectores públicos y privados, estableciendo a través



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Teléfonos: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Teléfonos: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Teléfonos: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Teléfono: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urmilagoitia,
Zona Parque Bolívar.
Teléfono: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calles Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Teléfono: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14.
Teléfono: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Teléfono: 72018160

de su Artículo 12 que "con el objeto de implementar y, promover el teletrabajo, las entidades públicas, deben desarrollar e implementar una estrategia de digitalización para la atención de trámites y servicios en línea en el marco del Plan de Implementación del Gobierno Electrónico ...".

Que, mediante Resolución Administrativa N° 14/2020 del 22 de abril de 2020, el Director General Ejecutivo del SENAPI, Resuelve: "... Aprobar el Reglamento para trámites On-Line de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos del Servicio Nacional de Propiedad Intelectual ..."

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: "**DISEÑO TÉCNICO DE UNA PLANTA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE CARANAVI**" a favor del autor y titular: **ALVARO HERNANDEZ PARRA** con **C.I. N° 4790989 LP**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/lm

Firmado Digitalmente por:

Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI

CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO

DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS

LA PAZ - BOLIVIA



Firma:



Lepdb1Hb1BdF2F

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO INGRESAR A LA PÁGINA WEB www.senapi.gob.bo/verificacion Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Telfs.: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Telfs.: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Telfs.: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Telfs.: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urmilagoitia,
Zona Parque Bolívar.
Telf.: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calles Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Telf.: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junin, Galería Central,
Of. 14.
Telf.: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Telf.: 72018160



ALVARO HERNANDEZ PARRA

alvaro519151@gmail.com

CEL: 73219613