

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO
DE ASEO URBANO APLICADO A LA COMUNIDAD DE EL PUENTE”**

POR:

DANIELA FABIOLA TORREJÓN

Proyecto de grado, presentado a consideración de la **“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I – 2025

TARIJA - BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA CIVIL

**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL
SERVICIO DE ASEO URBANO APLICADO A LA COMUNIDAD
DE EL PUENTE”**

Por:

DANIELA FABIOLA TORREJÓN

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV-502 (MENCIÓN
HIDRÁULICA)**

GESTIÓN ACADÉMICA SEMESTRE I - 2025

TARIJA - BOLIVIA

Dedicatoria:

Este trabajo está dedicado a la memoria de mi abuelo Daniel, por enseñarme que el amor, la fortaleza y el servicio van de la mano.

INDICE

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3	OBJETIVOS	2
1.3.1	Objetivo general.....	2
1.3.2	Objetivos específicos	2
1.4	JUSTIFICACIÓN	2
1.5	LIMITANTES	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNDO.....	4
2.2	TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS Y FUENTES DE GENERACIÓN	6
2.3	CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	9
2.3.1	Generación unitaria de residuos sólidos.....	11
2.3.1.1	<i>Producción per cápita de residuos sólidos</i>	11
2.3.2	Ley de Dixon.....	13
2.3.3	Características físicas de los residuos sólidos	16
2.3.4	Método de Cuarteo.....	21
2.3.5	Peso volumétrico de los residuos sólidos.....	22
2.4	SERVICIO DE ASEO URBANO (SAU).....	25
2.4.1	Barrido de vías	26
2.4.1.1	<i>Barrido manual</i>	26

2.4.1.2	<i>Barrido mecánico</i>	27
2.4.2	Limpieza de áreas públicas	27
2.4.3	Limpieza de boca tormentas.....	28
2.4.4	Deshierbe	28
2.4.5	Otros servicios de limpieza	29
2.4.6	Elementos y componentes de barrido y limpieza.....	29
2.4.6.1	<i>Horarios de barrido</i>	29
2.4.6.2	<i>Herramientas de barrido</i>	30
2.4.6.3	<i>Equipos de protección personal</i>	31
2.5	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS	32
2.6	RUTAS	36
2.6.1	Macro rutas	36
2.6.2	Micro rutas	36
2.7	VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	37
2.8	MARCO CONCEPTUAL	43

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.2	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.2.1	Recopilación de información:	46
3.2.2	Procesamiento de datos	47
3.2.3	Determinación de la producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios RSD:	47
3.2.4	Determinación de la característica física: peso volumétrico de RSD:	48

3.2.5	Determinación de la característica física: composición de RSD:	49
3.2.6	Diagnóstico del manejo de residuos sólidos	49
3.2.7	Alternativas de mejoramiento del servicio de aseo urbano.....	49

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	50
4.1.1	Gabinete	50
4.1.1.1	<i>Ubicación geográfica</i>	50
4.1.1.2	<i>Aspectos físico-naturales</i>	52
4.1.1.3	<i>Flora y Fauna</i>	53
4.1.1.4	<i>Aspecto económico y productivo</i>	53
4.1.2	Determinación de la muestra.....	55
4.1.3	Procesamiento de datos	56
4.1.3.1	Encuesta realizada	57
4.1.4	Determinación de la producción per-cápita de residuos sólidos municipales.	64
4.1.5	Determinación de propiedades físicas: peso volumétrico	67
4.1.6	Determinación de propiedades físicas: composición.	69
4.2	CÁLCULOS REALIZADOS	71
4.2.1	Cálculo de producción per cápita de los residuos sólidos.....	71
4.2.2	Proyección de residuos sólidos	79
4.2.3	Cálculo del peso volumétrico de residuos sólidos	81
4.2.4	Composición de residuos	85
4.3	DIAGNÓSTICO	98

4.4	ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ASEO URBANO	103
4.5	PROYECCIONES	111

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	117
5.2	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	122
	WEBGRAFÍA	125

ANEXOS

ANEXO 1 Proyección de población para cálculo de la muestra.

ANEXO 2 Clasificación de los residuos sólidos.

ANEXO 3 Documentación fotográfica del estudio.

ANEXO 4 Formularios usados.

ANEXO 5 Planos.

Índice de figuras

Figura 1 Reciclaje en el mundo	4
Figura 2 Cuarteo de residuos.....	22
Figura 3 Flujograma de servicios de aseo urbano	25
Figura 4 Ubicación geográfica del departamento de Tarija	50
Figura 5 Ubicación geográfica provincia Mendez	51
Figura 6 Ubicación geográfica comunidad El puente	51
Figura 7 Viviendas a ser muestreadas	56
Figura 8 Pregunta 1	57
Figura 9 Pregunta 2	58
Figura 10 Pregunta 3	58
Figura 11 Pregunta 4.....	59
Figura 12 Pregunta 5	59
Figura 13 Pregunta 6.....	60
Figura 14 Pregunta 7	60
Figura 15 Pregunta 8.....	61
Figura 16 Pregunta 9.....	61
Figura 17 Pregunta 10	62
Figura 18 Pregunta 11	62
Figura 19 Pregunta 12	63
Figura 20 Pregunta 13.....	63
Figura 21 Realizado de encuesta a la población.....	65
Figura 22 Marcado de vivienda participante	65
Figura 23 Recojo de muestra.....	66
Figura 24 Pesado de muestra.....	67
Figura 25 Preparación para cuarteo de muestra	68
Figura 26 Obtención de datos para cálculo de peso volumétrico	69
Figura 27 Clasificación de residuos según sub producto	69
Figura 28 Registro de peso de residuos sólidos según características físicas.....	70
Figura 29 Representación de residuos sólidos según características físicas	97

Figura 30 Resumen de clasificación de residuos sólidos	97
Figura 31 Vehículo usado para recolección y transporte de residuos sólidos	101
Figura 32 Ruta actual de recolección de residuos sólidos.....	101
Figura 33 Alternativa de ruta de recolección 1	107
Figura 34 Alternativa de ruta de recolección 2	108
Figura 35 Alternativa de ruta de recolección 3	109
Figura 36 Alternativa de ruta de recolección con Moto carro.....	110
Figura 37 Proyección de habitantes.....	111
Figura 38 Proyección de generación de residuos sólidos [kg/hab-día]	112
Figura 39 Proyección de generación de residuos sólidos [kg/día]	113
Figura 40 Proyección de generación de residuos sólidos [Ton/día].....	113
Figura 41 Proyección de generación de residuos sólidos [Ton/año]	114
Figura 43 Proyección de producción per cápita según tipo de residuos [kg/hab-día]	115
Figura 44 Proyección de producción per cápita según tipo de residuos [kg/día].....	115
Figura 45 Proyección de producción per cápita según tipo de residuos [Ton/año]...]	116

Índice de tablas

Tabla 1 Reglas de aplicación del método de Dixon	15
Tabla 2 Actividades generadoras de residuos sólidos en América Latina y el Caribe	16
Tabla 3 Índices de producción de residuos sólidos e ingresos	17
Tabla 4 Composición de los residuos sólidos municipales	18
Tabla 5 Ventajas y desventajas de los horarios de recolección	41
Tabla 6 Información de las comunidades Municipio El Puente.....	52
Tabla 7 Precipitación media anual	52
Tabla 8 Economía y productividad del Municipio El Puente.....	54
Tabla 9 Resumen de cálculo para número de viviendas a ser muestreadas.....	55
Tabla 10 Cronograma de levantamiento de datos para el estudio de caracterización	64
Tabla 11 Registro de datos de las muestras.....	73
Tabla 12 Evaluación 1.....	75
Tabla 13 Evaluación 2.....	77
Tabla 14 Proyección de residuos sólidos	80
Tabla 15 Resumen de cálculo de peso volumétrico por día	82
Tabla 16 Peso volumétrico de residuos sólidos.....	85
Tabla 17 Resumen de cálculo de residuos orgánicos	89
Tabla 18 Porcentaje calculado según tipo de residuos	90
Tabla 19 Porcentaje de residuos agrupados.....	93
Tabla 20 Porcentaje de clasificación de residuos sólidos.....	95
Tabla 21 Resumen de cálculo de proyección de residuos orgánicos.....	99
Tabla 22 Resumen de cálculo de proyección de residuos reciclables	99
Tabla 23 Resumen de cálculo de proyección de desechos	100