

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE



**TÍTULO: “REDISEÑO DEL SERVICIO DE BARRIDO Y
LIMPIEZA A CARGO DE LA ENTIDAD MUNICIPAL DE
ASEO DE TARIJA”**

Por:

DELFOR ULISES PORCO VERA

Modalidad de Graduación Trabajo Dirigido presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico en Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

GESTIÓN: 2022
ENTRE RÍOS-TARIJA-BOLIVIA

V°B°

.....
Ing. Eddy Alejandro Miranda Cuellar
DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zuñiga
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

.....
M. Sc. Ing. Herlan Baldviego Baldviego
TRIBUNAL

.....
Ing. Delfín Juvenal Altamirano Vilca
TRIBUNAL

.....
Ing. Mary Estela Zuruguay Ávila
TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres Sr. Victor Porco Acuña y Sra. Beatriz Vera Condori y a toda mi familia que durante el transcurso de mi formación universitaria siempre me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

A Dios por el don de la vida y permitirme compartir este logro tan importante junto a mi familia.

A mis padres por su comprensión y apoyo en todos los momentos importantes de mi vida.

A mi docente guía Ing. Edy Alejandro Miranda Cuellar por toda su predisposición a ayudarme, a mis tribunales y demás docentes por brindarme y compartir sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros y amigos por brindarme su amistad, durante toda mi formación profesional.

RESUMEN

El Servicio de Barrido y Limpieza de la ciudad de Tarija es realizado por la Entidad Municipal de Aseo Urbano de Tarija (EMAT), el cual es el conjunto de actividades que se ejecutan de forma manual o mecánica, tendientes a dejar las áreas públicas libres de todos residuos sólidos esparcido o acumulado, como el barrido de vías, limpieza de áreas públicas, limpieza de ferias y campañas de limpieza, últimos que son realizados de acuerdo a solicitud (EMAT, 2022).

La metodología utilizada en la investigación es cualitativa y cuantitativa: Cualitativa a través de la cual se realizó el diagnóstico del servicio actual de barrido y limpieza, por medio de observaciones y visitas realizadas en el espacio laboral del personal, analizando su situación, cuantitativa porque se realizó el cálculo de la cobertura y eficiencia actual, lo cual será de gran utilidad para diseñar un servicio que permita aprovechar los recursos disponibles de una forma eficiente.

Los resultados obtenidos del diagnóstico realizado muestran que las zonas y rutas de barridos no están adecuadamente distribuidas y asignadas al personal de barrido y limpieza, existen dos turnos de trabajo, turno madrugada el cual no presentó muchas falencias en cuanto a los parámetros de eficiencia de barrido obtenidos y el turno día, que es el que presenta mayores falencias, debido a que la mayoría de las rutas de este turno se encuentran en zonas alejadas, haciendo que su control por parte de los inspectores sea más complicada, siendo estas muy pequeñas a comparación de las rutas del primer turno, esto debido a que no existe una distribución homogénea de las rutas de barrido, donde se obtuvo una eficiencia del personal de 1.9 kilómetros por barrendero y una cobertura actual de 37 % siendo este porcentaje muy bajo, resaltando que la cobertura de limpieza y barrido debe de proyectarse a abarcar el 100% de las vías pavimentadas del área urbana de cada municipio (GDSAU, 2018).

A través de la GDSAU se pudo realizar el estudio técnico para el rediseño del servicio de barrido y limpieza de EMAT, donde se determinó que para la implementación del rediseño del servicio de barrido se necesitara una mano de obra directa neta de 92 barrenderos que se encargaran del barrido y limpieza de la ciudad de Tarija, personal

con el que sí cuenta EMAT, mismos que serán distribuidos en 10 macrorutas dentro de la ciudad de Tarija, estas se dividen en 108 microrutas de barrido donde se logrará cubrir un área 291.3 kilómetros lineales de vías pavimentada, aumentando la cobertura del 37% a un 70%, con una longitud promedio de más microrutas de 2.6 km/barrendero, logrando así el aprovechamiento de todos los recursos disponibles de una forma eficiente.

ÍNDICE GENERAL

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
4.	JUSTIFICACIÓN	3
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN	5
5.1.	IDENTIFICACIÓN	5
5.2.	BASE LEGAL DE LA CREACIÓN	5
5.2.1.	Misión	5
5.2.2.	Visión	5
5.3.	ÁREAS OPERATIVAS DE EMAT	5
5.3.1.	Descripción del Área de Barrido y Limpieza	6
6.	OBJETIVOS	6
6.3.	OBJETIVO GENERAL	6
6.4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
	CAPÍTULO I	
1.	FUNDAMENTO TEÓRICO	8
1.1.	MARCO TEÓRICO	8
1.1.1.	Residuos Municipales:	8
1.1.2.	Servicio de Aseo Urbano	8
1.1.3.	Limpieza	8
1.1.4.	Objetivo de la Limpieza	10
1.1.5.	Áreas y Frecuencia en donde debe Efectuarse la Limpieza	10
1.1.6.	Función Básica del Servicio de Limpieza	13
1.1.7.	Barrido de Vías	14
1.1.7.1.	Barrido Manual	14
1.1.7.2.	Barrido Mecánico	15
1.1.8.	Limpieza de Áreas Públicas	15
1.1.8.1.	Limpieza de Plaza	15
1.1.8.2.	Limpieza de Mercados	16
1.1.8.3.	Limpieza de Ferias	16
1.1.8.4.	Limpieza de Parques (áreas verdes)	17
1.1.8.5.	Limpieza de Boca de Tormentas	17
1.1.8.6.	Deshierbe	17
1.1.8.7.	Otros Servicios de Limpieza Especial	18

1.1.9.	Elementos y Componentes de Barrido y Limpieza	19
1.1.9.1.	Horarios de Barrido	19
1.1.9.2.	Herramientas de barrido manual.....	20
1.1.9.3.	Equipos de Barrido Mecánico	23
1.1.9.4.	Limpieza Mecánica.....	24
1.1.9.5.	Equipos de Protección del Personal.....	25
1.1.9.6.	Procedimientos de Barrido	27
1.1.9.6.1.	Procedimientos de Barrido Manual	28
1.1.9.6.2.	Procedimiento de Barrido Mecánico	29
1.1.9.7.	Rutas	29
1.1.9.7.1.	Diseño de rutas de barrido y limpieza	29
1.1.9.7.3.	Microrutas.....	30
1.1.9.7.4.	Métodos Heurísticos	31
1.1.9.7.4.1.	Ventajas y desventajas del método heurístico para el microruteo	32
1.1.9.8.	Rendimientos en el barrido.....	33
1.2.	MARCO CONCEPTUAL	34
1.2.1.	Áreas públicas.....	34
1.2.2.	Aseo Urbano	34
1.2.3.	Ambiente:	34
1.2.4.	Barrido de vías:.....	34
1.2.5.	Basura:	34
1.2.6.	Cobertura de servicio:.....	34
1.2.7.	Contaminación por residuos sólidos:.....	34
1.2.8.	Diseño:	35
1.2.9.	Educación Ambiental:	35
1.2.12.	Gestión integral de residuos sólidos.:	35
1.2.13.	Limpieza:	35
1.2.14.	Normas Técnicas:	35
1.2.16.	Recolección:	36
1.2.17.	Recuperación:	36
1.2.18.	Residuos Sólidos:.....	36
1.2.19.	Residuos Sólidos de la Vía Pública:	36
1.2.20.	Residuos Sólidos Comerciales:.....	36
1.2.21.	Residuos Sólidos Municipales:.....	36
1.2.22.	Residuos Sólidos No Aprovechables:.....	37
1.2.23.	Residuos Sólidos No Peligrosos:	37
1.2.24.	Residuos Sólidos Orgánicos:	37
1.2.25.	Residuos Sólidos Reciclables:	37
1.2.26.	Rutas de barrido:.....	37
1.2.27.	Rutas de recolección:	37
1.2.28.	Servicio de Aseo Urbano:	37
1.2.29.	Tarifa:	37
1.2.30.	Tasa:.....	38
1.2.31.	Transporte:	38
1.2.32.	Tratamiento de residuos sólidos	38

1.3.	MARCO LEGAL	38
1.3.1.	Constitución Política del Estado, 2009	38
1.3.2.	Ley 1333 del Medio Ambiente, Reglamento de Residuos Sólidos 1992 .	38
1.3.3.	Ley 755 Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 28 de octubre de 2015	39
1.3.4.	Reglamento General de la Ley 755 D.S. 2954 del 19 de octubre del 20216	40
1.3.5.	Guía para el Desarrollo de Servicios de Aseo Urbano del 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Agua	40
	CAPÍTULO II	
2.	MATERIALES Y METODOLOGÍA	41
2.1.	MATERIALES	41
2.1.1.	Descripción del Área de Estudio	41
2.1.1.1.	Características Generales de Entidad Municipal de Aseo de Tarija (EMAT)	41
2.1.2.	Materiales Empleados.....	42
2.2.	METODOLOGÍA	43
2.2.1.	Enfoque.....	43
2.2.2.	Método.....	43
2.2.3.	Fuentes de Información	43
2.2.4.	Técnicas de Recolección de Datos.....	44
2.2.5.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	44
2.2.6.	Estructura Metodológica de Desarrollo del Trabajo Dirigido	44
2.3.	ESTRUCTURA METODOLÓGICA	45
2.3.1.	Fase de Gabinete.....	45
2.3.1.1.	La Técnica Documental	45
2.3.2.	Fase de Campo.....	45
2.3.2.1.	Relevamiento de información.....	45
2.3.3.	Fase de Post Campo.....	45
2.3.3.1.	Determinación de las Eficiencia y Cobertura actual del Servicio de Barrido y Limpieza de EMAT	45
2.3.3.1.1.	Determinación de la Cobertura de Barrido	46
2.3.3.1.2.	Determinación de la Eficiencia del Personal de Barrido	46
2.3.3.2.	Diseño del Servicio de Barrido y Limpieza a cargo de la Entidad Municipal de Aseo de Tarija	47
2.3.3.2.1.	Cálculo de número de Barrenderos.....	48
2.3.3.2.2.	Diseño de Rutas por el Método Heurístico.....	48
2.3.3.2.3.	Cálculo de la Cobertura Proyectada con el Rediseño de las Rutas de Barrido	49
	CAPÍTULO III	
3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
3.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA ENTIDAD MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA “EMAT” 2022	50
3.1.1.	Personal de Barrido y Limpieza.....	50

3.1.1.1.	Personal de barrido y limpieza de acuerdo al tipo de contratación	51
3.1.1.2.	Distribución actual del personal de barrido durante la semana	51
3.1.2.	Barrido de Vías	55
3.1.2.1.	Barrido y limpieza Zona Avenidas	55
3.1.2.2.	Barrido y limpieza Zona Centro	58
3.1.2.3.	Barrido y limpieza Zona Norte	60
3.1.3.	Limpieza de Áreas Públicas.....	62
3.1.3.1.	Limpieza de Plazas y Parques.....	62
3.1.3.2.	Limpieza de las Zonas Comerciales de los Mercados	64
3.1.3.3.	Limpieza de Ferias.....	64
3.2.	ELEMENTOS Y COMPONENTES DE BARRIDO Y LIMPIEZA .	68
3.2.1.	Herramientas de barrido manual.....	68
3.2.2.	Limpieza Mecánica.....	69
3.2.3.	Indumentaria del Personal	70
3.3.	EFICIENCIA Y COBERTURA ACTUAL DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA ENTIDAD MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA	73
3.3.1.	Infraestructura Vial de la Ciudad de Tarija.....	73
3.3.2.	Longitud de Vías Barridas	75
3.3.3.	Cobertura del Servicio de Barrido de Calles	77
3.3.4.	Eficiencia del Personal de Barrido.....	78
3.3.4.1.	Longitud de Total Barrida en el Primer y Segundo Turno Durante la Jornada Laboral	78
3.3.5.	Número de Personal del Barrido de las Rutas en el Primer y Segundo Turno	79
3.3.6.	Cálculo de la Eficiencia del Personal de Barrido	80
3.4.	PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA A CARGO DE LA ENTIDAD MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA	84
3.4.2.	Introducción	84
3.4.3.	Objetivos.....	84
3.4.4.	Justificación	85
3.4.5.	Diseño del servicio de barrido y limpieza	85
3.4.6.	Cálculo del número de barrenderos óptimo de acuerdo al personal disponible	85
3.4.7.	Zonas a barrerse	86
3.4.8.	Selección del método de barrido.....	89
3.4.8.1.	Barrido por Ruta Fija	89
3.4.9.	Diseño de Rutas	89
3.4.10.	Diseño de Macrorutas y Microrutas de Barrido.....	90
3.4.10.1.	Macroruta y Microrutas Zona Centro-1	91
3.4.10.2.	Macroruta y Microrutas Zona Centro-2.....	94
3.4.10.3.	Macroruta y Microrutas Zona Avenidas	97
3.4.10.4.	Macroruta y Microrutas Zona Mercados	100
3.4.10.5.	Macroruta y Microrutas Zona Norte	103

3.4.10.6.	Macroruta y Microrutas Zona Sur	106
3.4.10.7.	Macroruta y Microrutas Zona Oeste	109
3.4.10.8.	Macroruta y Microrutas Zona Exterminal	112
3.4.10.9.	Macroruta y Microrutas Zona Parada Norte	115
3.4.9.10.	Macroruta y Microrutas Zona Mercado Abasto	118
3.4.9.11.	Macroruta y Microrutas Zona Sábados	121
3.4.11.	Limpieza de férias	124
3.4.12.	Frecuencia de barrido	127
3.4.13.	Horario de Barrido	128
3.4.14.	Movimiento del personal del área de barrido y limpieza durante la semana	129
3.4.15.	Indumentaria, herramientas y EPP'S	132
3.4.16.	Cobertura de barrido con el rediseño del servicio de barrido y limpieza	133
	CAPÍTULO IV	
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
4.1.	CONCLUSIONES	137
4.2.	RECOMENDACIONES	138
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

TABLA I- 1 Frecuencia de barrido	12
TABLA I- 2 Herramientas básicas de limpieza	22
TABLA I- 3 Indumentaria y equipos de protección personal	26
TABLA I- 4 Ventajas y desventajas del método heurístico de microruteo de barrido	32

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

TABLA II- 1 Materiales y equipos	42
TABLA II- 2 Rango aceptable de la cobertura de barrido	46
TABLA II- 3 Longitud de barrido según experiencias en ciudades de América Latina	47
TABLA II- 4 Rango aceptable de EPB	47
TABLA II- 5 Microrutas de Barrido Zona Centro	58

CAPÍTULO III

RESULTADOS

TABLA III- 1 Personal de barrido y limpieza	50
TABLA III- 2 Personal de barrido de acuerdo al tipo de contratación	51
TABLA III- 3 Distribución del personal del primer turno durante la semana	52
TABLA III- 4 Distribución del personal del segundo turno durante la semana	52
TABLA III- 5 Macrorutas y microrutas de barrido	55
TABLA III- 6 Microrutas de Barrido Zona Avenidas	56
TABLA III- 7 Microrutas de Barrido Zona Norte	60
TABLA III- 8 Limpieza de Plazas y Parques	62
TABLA III- 9 Limpieza de Mercados	64
TABLA III- 10 Limpieza de Ferias	65
TABLA III- 11 Herramientas de Barrido y Limpieza EMAT	68
TABLA III- 12 Equipos de Barrido y Limpieza Mecánica	70
TABLA III- 13 Dotación de Indumentaria, Herramientas y EPP'S	71
TABLA III- 14 Indumentaria y equipos de protección personal	73
TABLA III- 15 Rango aceptable de la cobertura de barrido	77

TABLA III- 16 Rango aceptable de la Eficiencia del personal de barrido.....	78
TABLA III- 17 Longitud de vías barridas turno madrugada y día.....	78
TABLA III- 18 Número de rutas barridas en el turno madrugada y día.....	79
TABLA III- 19 Rango aceptable de las Eficiencia del Personal de Barrido	81
TABLA III- 20 Macrorutas de barrido y limpieza.....	91
TABLA III- 21 Macroruta Zona Centro-1	94
TABLA III- 22 Macroruta Zona Centro-2	97
TABLA III- 23 Macroruta Zona Avenidas	100
TABLA III- 24 Macroruta Zona Mercados	103
TABLA III- 25 Macroruta Zona Sur.....	106
TABLA III- 26 Macroruta Zona Sur.....	109
TABLA III- 27 Macroruta Zona Oeste	112
TABLA III- 28 Macroruta Zona Exterminal	115
TABLA III- 29 Macroruta Zona Parada Norte	118
TABLA III- 30 Macroruta Zona Mercado Abasto.....	121
TABLA III- 31 Macroruta Zona Sábados.....	124
TABLA III- 32 Características de la Limpieza de Ferias	125
TABLA III- 33 Frecuencias de Barrido y Limpieza.....	127
TABLA III- 34 Horarios de Barrido y Limpieza	129
TABLA III- 35 Movimientos del personal de las rutas de barrido y limpieza durante la semana.....	130
TABLA III- 36 Movimientos del personal de barrido y limpieza de ferias durante la semana.....	130
TABLA III- 37 Dotación de Indumentaria, Herramientas y EPP'S	132
TABLA III- 38 Longitud de las Macrorutas y Longitud Promedio de las Microrutas de Barrido y Limpieza	134

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

Fig. I- 1 Descripción de los componentes típicos de una vía.....	13
Fig. I- 2 Barredora mecánica.....	24
Fig. I- 3 Cisterna	25

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Fig. III- 1 Mapa de las Rutas Actuales de Barrido y Limpieza.....	54
Fig. III- 2 Mapa de las Microrutas Zona Avenidas Turno Madrugada y Día	57
Fig. III- 3 Mapa de las Microrutas Zona Centro Turno Madrugada y Día	59
Fig. III- 4 Mapa de las Microrutas Zona Avenidas Turno Madrugada y Día	61
Fig. III- 5 Rutas de Limpieza de Ferias EMAT	67
Fig. III- 6 Mapa de la Infraestructura Vial de la Ciudad de Tarija	74
Fig. III- 7 Mapa de la Cobertura de Barrido y Limpieza en la Ciudad de Tarija EMAT 2022.....	76
Fig. III- 8 Longitud de Vías Barridas Turno Madrugada y Día en km, EMAT 2022.	82
Fig. III- 9 Mapa de la cobertura que se pretende cubrir con el rediseño del.....	88
Fig. III- 10 Mapa de las Macrorutas del rediseño del servicio de barrido y limpieza	90
Fig. III- 11 Mapa de la Macroruta Zona Centro-1	92
Fig. III- 12 Mapa de las Microrutas Zona Centro-1	93
Fig. III- 13 Mapa de la Macroruta Zona Centro-2	95
Fig. III- 14 Mapa de las Microrutas Zona Centro-2.....	96
Fig. III- 15 Mapa de la Macroruta Zona Avenidas	98
Fig. III- 16 Mapa de las Microrutas Zona Avenidas	99
Fig. III- 17 Mapa de la Macroruta Zona Mercado	101
Fig. III- 18 Mapa de las Microrutas Zona Mercados	102
Fig. III- 19 Mapa de la Macroruta Zona Norte	104
Fig. III- 20 Mapa de las Microrutas Zona Norte.....	105
Fig. III- 21 Mapa de la Macroruta Zona Sur.....	107

Fig. III- 22 Mapa de las Microrutas Zona Sur	108
Fig. III- 23 Mapa de la Macroruta Zona Oeste	110
Fig. III- 24 Mapa de las Microrutas Zona Oeste	111
Fig. III- 25 Mapa de la Macroruta Zona Mercados.....	113
Fig. III- 26 Mapa de las Microrutas Zona Mercados	114
Fig. III- 27 Mapa de la Macroruta Zona Parada Norte	116
Fig. III- 28 Mapa de las Microrutas Zona Parada Norte	117
Fig. III- 29 Mapa de la Macroruta Zona Mercado Abasto.....	119
Fig. III- 30 Mapa de las Microrutas Zona Mercado Abasto	120
Fig. III- 31 Mapa de la Macroruta Zona Sábado.....	122
Fig. III- 32 Mapa de las Microrutas Zona Sábado	123
Fig. III- 33 Mapa de las Rutas de Barrido de Ferias	126
Fig. III- 34 Mapa de la Cobertura de Barrido y Limpieza con el Rediseño del Servicio de Barrido y Limpieza.....	136

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. DESCRIPCIÓN DE LAS MICRORUTAS DEL SERVICIO ACTUAL DE BARRIDO Y LIMPIEZA

ANEXO B. DESCRIPCIÓN DE LAS MICRORUTAS DEL REDISEÑO DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA

ANEXO C. FOTOGRAFÍAS

ANEXO D. INFORME DEL TRABAJO DIRIGIDO EMAT

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

E.M.A.T	Entidad Municipal de Aseo de Tarija.
G.D.S.A.U.	Guía para el Desarrollo de Servicio de Aseo Urbano.
S.A.U.	Servicios de Aseo Urbano.
M.M.A.Y.A.	Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
E.P.P.S.	Equipos de Protección Personal.
C.B.M.	Cobertura de Barrido Manual.
E.P.B.	Eficiencia del Personal de Barrido.