

CAPÍTULO I
FUNDAMENTO TEÓRICO

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Residuos Municipales:

Estos tipos de residuos son gestionados a través del servicio de aseo urbano u operadores autorizados por cada Gobierno Municipal (GDSAU, 2018).

1.1.2. Servicio de Aseo Urbano

El Servicio de Aseo Urbano SAU, como elemento técnico y operativo de la gestión de residuos sólidos a nivel municipal, y tomando en cuenta la definición realizada en la Ley Nacional N°755 Gestión Integral de Residuos Sólidos, es el Servicio público municipal que consta de las operaciones de almacenamiento, barrido y limpieza, recolección, transporte, transferencia, tratamiento (aprovechamiento), y disposición final de los residuos sólidos municipales bajos normas técnicas. Donde cada uno de sus componentes operacionales tiene conceptos propios que definen sus funciones y alcances (GDSAU, 2018).

A continuación, se describe el servicio de barrido y limpieza del SAU, sus características y elementos que los componen:

1.1.3. Limpieza

La limpieza es el conjunto de actividades que se ejecutan de forma manual o mecánica, tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado. Dividiéndose estas actividades en: barrido de vías, limpieza de áreas públicas, limpieza de boca tormentas, deshierbe, y otros servicios de limpieza especial (GDSAU, 2018).

- **Barrido de vías**, como actividad principal, es la actividad de recolección manual o mecánica de residuos sólidos depositados en la vía pública por parte del personal del prestador del servicio de aseo urbano, y tiene como objetivos minimizar riesgos a la salud pública, mantener limpia la ciudad, y prevenir

inundaciones y desbordamientos de ríos y curso de aguas. Donde el tipo de residuos en la vía pública es muy diverso ya que puede variar de acuerdo al clima, al número de peatones y al uso del suelo. Partículas formadas por la abrasión del pavimento, goma de los neumáticos y residuos de pastillas y forros de los frenos, tierra acarreada por los vehículos o provenientes de lotes baldíos y taludes, ramas y hojas de árboles y malezas, papeles, plásticos, periódicos, envases, residuos domiciliarios (por lo general en pequeña cantidad, principalmente en lotes baldíos), excrementos caninos y de otros animales (también en pequeña cantidad), partículas provenientes de la contaminación atmosférica. Siendo que estas vías pueden dividirse en vías con pavimento (asfalto, empedrado, enlosetado) o vías descubiertas (sin ningún tipo de recubrimiento, vías de tierra), (GDSAU, 2018).

- **Limpieza de área públicas**, este tipo de actividad, comprende el barrido, lavado y desinfección, y se divide en limpieza de: plazas, mercados, ferias, parques y en algunos casos (estadios, coliseos, y riberas de ríos), (GDSAU, 2018).
- **Limpieza de boca tormentas**, es una actividad que debe realizarse regularmente con el barrido manual, ya que su objetivo es garantizar la fluidez del agua de pluvial y evitar que el material sólido retenido durante la época de lluvia sea conducido dentro del desagüe pluvial (GDSAU, 2018).
- **Deshierbe**, la cual también es una actividad muy importante a realizar por el SAU, ya que consiste en el desbrozado y cortado de hierbas y malezas que puedan crecer no sólo en las calles y aceras sin asfalto, sino también en las orillas de ríos y canales (GDSAU, 2018).
- **Otros servicios de limpieza especial**, limpieza de monumentos, torrenteras (canales de agua), limpieza de áridos, limpieza de micro basurales, y combate de vectores (GDSAU, 2018).

1.1.4. Objetivo de la Limpieza

El objetivo de la limpieza de un municipio por parte de la entidad prestadora del SAU es:

- Minimizar riesgos a la salud pública, ya que los excrementos y los desperdicios orgánicos pueden llegar a afectar al ser humano, especialmente porque propicia las condiciones para el desarrollo de vectores (moscas, mosquitos y roedores), los cuales son transmisores de diversas enfermedades. El polvo afecta los ojos, garganta, vías respiratorias y ocasiona también molestias de tipo alérgico; otro tipo de residuos, como los vidrios pueden producir lesiones a los transeúntes (peatones).
- Prevenir inundaciones y desbordamientos de ríos y curso de aguas, ya que la acumulación de residuos sólidos puede obstruir el alcantarillado y el drenaje del agua pluvial, ocasionando inundaciones en algunos sectores de los municipios.
- Mantener limpia la ciudad por razones de estética paisajísticas ya que a nadie le gusta vivir en un municipio lleno de residuos sólidos, porque presenta un aspecto visualmente no agradable.
- Evitar maniobras peligrosas en el tránsito de los vehículos, y riesgos de accidentes para los transeúntes.

1.1.5. Áreas y Frecuencia en donde debe Efectuarse la Limpieza

La limpieza debe de efectuarse en los siguientes lugares públicos: vías de circulación peatonal (aceras) y de vehículos, plazas, parques, mercados, ferias, lugares de esparcimiento y ocasionalmente estadios, coliseos, ribera de los ríos, y bordes de camino y carreteras; la limpieza en las vías de circulación vehicular y de peatones (aceras) debe efectuarse a todo lo largo de las cunetas y de un ancho de 0,6 a 1 m. El sector comercial de una ciudad debe ser barrido en su totalidad y las veces que debe barrerse dependerán de la cantidad de residuos sólidos que sea necesario retirar (GDSAU, 2018).

Algunas veces no es suficiente una limpieza diaria, sino que, es necesario que se realice en varias ocasiones durante el día y los sectores residenciales también deben ser barridos en su totalidad, pero, a diferencia del sector comercial e histórico, la frecuencia puede ser mucho menor (1 a 3 veces por semana) (GDSAU, 2018).

En general el barrido se ejecuta en las vías con pavimento, pero en el contexto de nuestro país, debe de limpiarse las vías que no cuenten con pavimento, separando los residuos voluminosos, papeles y recogiendo animales muertos (GDSAU, 2018).

Acorde a la frecuencia de limpieza, ésta puede clasificarse en:

- **Barrido primario**, el cual se debe realizar diariamente, preferentemente en turno nocturno, en vías de gran generación de residuos municipales (zonas comerciales, con alto tráfico peatonal y vehicular), en el caso de los mercados el barrido debe ser igualmente diario (GDSAU, 2018).
- **Barrido de mantenimiento**, que se realiza durante las veinticuatro horas del día, en vías de generación continua de residuos sólidos municipales (como ser plazas y ferias) el cual se presta mayormente en el casco viejo urbano del municipio y se efectúa en un turno después del servicio primario (GDSAU, 2018).
- **Barrido y limpieza interdiario**, que debe realizarse en vías de generación media y baja de residuos sólidos municipales, en zonas residenciales y con limitada actividad comercial, incluyéndose la limpieza de vías de tierra y la frecuencia debe ser de una vez por semana como mínimo en turno diurno o nocturno (GDSAU, 2018).

Al respecto de las frecuencias de barrido a nivel nacional se indica que todos los municipios mayores realizan este servicio diariamente (incluyendo al de El Alto), un 57% de los municipios intermedios lo realizan diario, pero solo en sus plazas principales y calles aledañas, y casi la totalidad de los municipios menores lo realizan diariamente pero solo en su plaza principal (GDSAU, 2018).

En la siguiente tabla se muestra el número de veces que es necesario y se recomienda llevar a cabo el barrido en cada sector de la población:

TABLA I- 1 Frecuencia de barrido

Características	Tipo de barrido	Frecuencias	Zonas
Zonas comerciales, con alto tráfico peatonal y vehicular, plazas, parques.	Primario	7 veces por semana.	Casco viejo urbano (centro histórico).
	Mantenimiento (las veces necesarias durante el día).	6 veces por semana.	
Zonas comerciales, mercados, con tráfico peatonal	Primario	7 veces por semana.	Zona central y zonas comerciales.
Zonas de carácter residencial densamente pobladas.	Primario	7 veces por semana.	Zona central.
Zonas de carácter residencial.	Inter diario.	Mínimamente 3 veces por semana.	Resto del municipio.
Ferias, torrenteras, áridos, y otros sectores de servicio de limpieza especial, incluyendo avenidas con jardines.	Inter diario.	1 vez por semana o de acuerdo a programación de un plan de trabajo.	Resto del municipio.

Fuente: Guía SAU

Para la limpieza y el Barrido de vías en días domingos y feriados, la prestación del servicio no debe ser interrumpida en rutas y frecuencias por ningún motivo a fin de preservar la imagen urbana del municipio; por lo cual se deben prever la ejecución de programas especiales para la limpieza y el barrido de vías y áreas públicas de alta generación de residuos sólidos, durante los días domingos y días festivos oficiales del municipio.

1.1.6. Función Básica del Servicio de Limpieza

El barrido de las vías de circulación, tanto de vehículos como de peatones, es la función básica del servicio de limpieza; por lo que hay que considerar que estas vías tienen normalmente tres superficies pavimentadas, es decir la calzada y dos aceras, donde las aceras están un poco elevadas de la calzada y separadas de la misma por los bordes de las cunetas (Acorde a la figura), (GDSAU, 2018).

Fig. I- 1 Descripción de los componentes típicos de una vía



Fuente: SAKURAI K. 1981. Limpieza de vías y áreas públicas, CEPIS. Perú.

Resaltándose que, al barrer una vía o una calle, se tiene que considerar que el metro lineal o kilómetro lineal barrido de vías, siempre involucra a dos aceras y dos cunetas.

Por lo tanto, es muy raro que se necesite barrer la superficie de la acera ya que todos los residuos sólidos acumulados en ella son transportados y concentrados en las cunetas por las corrientes de aire producidas por los vehículos en movimiento. Acorde a la mayoría de ordenanzas a nivel municipal existentes en el país, la limpieza de las aceras es de responsabilidad de los vecinos, pero que en los sectores de mucha concurrencia

de público (sectores comerciales), el servicio de barrido y limpieza municipal debe complementar la limpieza de las aceras. En relación a las cunetas, estas deben ser barridas en su totalidad por el servicio de barrido y limpieza municipal en toda su extensión y generalmente es necesario barrer hasta un ancho máximo de 0,6-1 metros desde el borde de la cuneta hacia la calzada (GDSAU, 2018).

Resaltándose que no se debe realizar el barrido de vías y áreas públicas trasladando los residuos hacia las alcantarillas del sistema pluvial de cada municipio.

1.1.7. Barrido de Vías

Las formas de barrido dependen de las herramientas y de los equipos utilizados por los trabajadores encargados de esta tarea, por lo que el barrido de vías se clasifica en barrido manual, y barrido mecánico, acorde al ARTÍCULO 37° del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS) de la Ley 1333.

1.1.7.1. Barrido Manual

Este tipo de barrido, el cual es recomendable realizarlo en calle y avenidas cuyo tráfico no sea intenso, y en calles angostas con topografía accidentada y en plazas o espacios públicos; puede llevarse a cabo en forma individual o con apoyo. El barrido individual es aquel en el cual una persona realiza el barrido por tramos en la calle depositando los residuos cuando lo crea conveniente en: 1) bote metálico que se encuentra sobre una pequeña plataforma soportada sobre dos ruedas (carrito), o 2) acumulándolo en un sector para su posterior recojo por otra persona. El barrido con apoyo se forma por dos personas uno se encarga del barrido y otro del transporte del carro y de recoger los montones de residuos que el otro miembro de la cuadrilla va dejando (GDSAU, 2018).

- **Vías con Algún Tipo de Cubierta:** El barrido manual puede realizarse en todas las vías pavimentadas de un municipio (pavimento rígido, flexible, articulado y otros) en calles, avenidas, doble vías, callejones, pasajes, aceras de torrenteras, las que deben quedar libres de tierra, papeles, hojas, plásticos, vidrios y otros residuos sólidos que se generan en las vías públicas (GDSAU, 2018).

- **Vías Descubiertas:** Este tipo de barrido se desarrolla en todas las vías sin ningún tipo de cubierta (calles, aceras, avenidas, franjas de seguridad de torrentera, pasajes, y otras de tierra), las que deberán quedar libres de papeles, plásticos, vidrios y otros residuos sólidos que se encuentren dispersos (GDSAU, 2018).

1.1.7.2. Barrido Mecánico

Este tipo de barrido, el cual se recomienda efectuarlo en calles y avenidas amplias y con topografía plana; consiste en el barrido de la vía pública mediante un equipo mecánico. El cual se recomienda realizarlo en vías de transporte de intenso tráfico (zona central-histórica) o de largo recorrido (ejes viales y periféricos) ya que puede representar un elevado riesgo y costo la operación de barrido y limpieza mediante barrido manual en esos sectores. Por lo tanto, este tipo de barrido puede implementarse en municipios mayores-capitales del país que además cuentan con los recursos económicos aptos para este tipo de servicio. Donde debido a que por el intenso flujo peatonal y vehicular acaecido durante más de 18 horas al día en los sectores anteriormente mencionados se puede contemplar el tener un apoyo de barrido mecánico. Además, que también se incluye en esta categoría a la aspiración y/o lavado de áreas públicas (GDSAU, 2018).

1.1.8. Limpieza de Áreas Públicas

Los sitios públicos a limpiarse lo conforman: plazas, mercados, ferias, parques y en algunos casos (estadios, coliseos, y riberas de ríos) (GDSAU, 2018).

1.1.8.1. Limpieza de Plaza

El barrido y limpieza de plazas debe realizarse diariamente, con el desempapelado de afiches y propaganda, recojo de papeles y hojas, y el lavado y aseado periódico con agua y detergente (GDSAU, 2018).

1.1.8.2. Limpieza de Mercados

Para la limpieza de mercados se necesita asignar mínimamente a dos barrenderos para el aseo de las calles adyacentes. Estos barrenderos deben barrer cada uno un lado de las cunetas. Los residuos sólidos generados en el interior de los mercados deben ser limpiados por cuadrillas, donde el número de personal y frecuencia de limpieza depende del tamaño del mercado y de la cantidad de residuos sólidos que produce. Los residuos recogidos deben ser concentrados en lugares preestablecidos en contenedores u otro tipo de almacenamiento temporal, de donde serán recolectados por los vehículos de recolección (volquetes, camiones tipo roll on roll off, o camiones compactadores) cuando se haya alcanzado la capacidad de dichos contenedores. Además, que es conveniente que se limpien, asean, y desinfecten periódicamente con agua, detergente y agentes químicos los mercados o cuando la supervisión del SAU lo crea necesario (GDSAU, 2018).

1.1.8.3. Limpieza de Ferias

La limpieza de las calles, avenidas o parques donde funcionan las ferias debe realizarse inmediatamente finalizada sus actividades para impedir que los residuos sólidos menos pesados sean esparcidos por el viento. La limpieza debe empezarse por los sectores más alejados de la feria. Esta limpieza debe ser atendida por cuadrillas especiales, dependiendo su número del área a limpiarse, así como también de la cantidad de residuos a recolectarse. Para facilitar la limpieza de las ferias deben de colocarse en puntos predeterminados y en la víspera del comienzo de ellas, contenedores u otro tipo de almacenamiento temporal, donde deberán acumularse los residuos; los que posteriormente serán retirados por los vehículos recolectores (volquetes, camiones roll on roll off, o camiones compactadores). Después de finalizada la feria, los lugares donde funcionaron estos puestos deberán ser lavados, ya sea con la ayuda de un camión cisterna equipado con motobomba u otro equipo de lavado, o con elementos manuales (baldes y cepillos), aplicando un desinfectante o detergente. Se recomienda aplicar una solución de hipoclorito de calcio (lavandina) al 30% en la proporción de un kilogramo

de producto para 100 litros de agua, labor que puede realizarse con una regadera manual; la acción bactericida del cloro termina el proceso de descomposición de la materia orgánica eliminando los olores desagradables (GDSAU, 2018).

1.1.8.4. Limpieza de Parques (áreas verdes)

Por lo general la limpieza de los parques debe de ser designada a otra entidad o unidad municipal que se encargue del mantenimiento y conservación de parques, jardines y áreas verdes de un municipio. Pero si no fuera este el caso, debe de atenderse mediante barridos manuales, y en caso de la extensión del área verde, puede dividirse en barridos individuales o por cuadrillas. En el barrido de las áreas con pavimento de los parques (aceras) se limpiará los residuos peatonales propios que se generan en los parques (papeles, bolsas de alimentos, plásticos, residuos de comidas); y en las áreas verdes se limpiarán los mismos residuos que se generaron y que fueron desparramados por el viento o por las personas, pero con distintas herramientas, adicionando a esto la limpieza de hojas y restos de podas (GDSAU, 2018).

1.1.8.5. Limpieza de Boca de Tormentas

Esta actividad que debe realizarse regularmente con el barrido manual, ya que su objetivo es garantizar la fluidez del agua pluvial y evitar que el material sólido retenido durante la época de lluvia sea conducido dentro del desagüe pluvial, consiste en la limpieza de residuos peatonales (plásticos, restos de comida, papeles) que hayan sido arrastrados hacia las bocas de tormenta (GDSAU, 2018).

A nivel nacional los municipios mayores, incluyendo El Alto, cuentan en su totalidad con un servicio de limpieza de áreas públicas (mercados, plazas, ferias), un 59,3 % de los municipios intermedios realiza este servicio, y solo el 39,1 % de los municipios menores cuentan con este servicio (GDSAU, 2018).

1.1.8.6. Deshierbe

Esta actividad que consiste en el desbrozado y cortado de hierbas y malezas de manera manual que puedan crecer no sólo en las calles y aceras sin pavimento, sino también

en las orillas de ríos y torrenteras (canales de agua), depende básicamente de la forma de uso de la mano de obra existente, ya que puede utilizarse la mano de obra excedente del servicio de barrido sin que exista una frecuencia de barrido definida, o tener a disposición un servicio exclusivo de desbroce y deshierbe cuando las características del municipio (climatológicas, topográficas y viales) requieran una actuación más eficaz del SAU (GDSAU, 2018).

1.1.8.7. Otros Servicios de Limpieza Especial

Dentro de otros servicios de limpieza que pueden ser ejecutados como parte de las tareas de barrido manual, con una frecuencia o no específica, se cuenta con: la limpieza de monumentos con su correspondiente lavado, la limpieza de torrenteras (canales de agua) con el correspondiente deshierbe y desbroce, limpieza de áridos y lodos acumulados en las cunetas, y combate de vectores con el correspondiente lavado y desinfectado áreas públicas (plazas, mercados, parques, etc.) (GDSAU, 2018).

Resaltándose que todos estos servicios pueden realizarse con un servicio especial o cuadrilla que se encargue de cada uno de ellos, si las características del municipio (climatológicas, topográficas y viales) así lo requieran.

Finalmente debe existir el servicio de limpieza de áreas públicas abandonadas (lotes baldíos no cercados, áreas públicas abandonadas), los cuales se vuelven pequeños botaderos a cielo abierto. Donde allí comienzan a depositarse restos de poda, neumáticos viejos, restos de embalajes y residuos orgánicos, más tarde se suma la maleza trayendo graves consecuencias en las condiciones sanitarias y ambientales.

Para enfrentar este tipo de problema, el servicio de limpieza debe establecer una metodología operativa específica, puesto que el tema abarca, además de actividades de limpieza (deshierbe), la retirada de todo tipo de residuos acumulados en estos lugares. Estas tareas requieren máquinas y herramientas adecuadas a cada tipo de residuo, no solo para las labores de limpieza, sino también para la recogida y transporte hasta el destino final (GDSAU, 2018).

1.1.9. Elementos y Componentes de Barrido y Limpieza

Los elementos que conforman el servicio de barrido y limpieza son: el horario, herramientas, equipos, personal, procedimientos, rutas y rendimientos (GDSAU, 2018).

1.1.9.1. Horarios de Barrido

- **Barrido Manual:** El barrido nocturno es el más recomendable ya que facilita la labor, por el poco tránsito vehicular y además permite que la ciudad amanezca limpia, sin embargo, en municipios donde la temperatura es muy baja no se puede llevar esto a la práctica, por lo cual es preferible el barrido diurno, comenzando la jornada muy temprano, lo que permite continuar durante gran parte del día y dentro de los costos de los servicios de barrido, se deberá contemplar las incidencias laborales en cuanto a los costos de trabajar en horarios nocturnos donde el valor por hora es mayor, o en el caso de trabajo horario continuo se prevé un horario más reducido, estas consideraciones están dentro de la ley general de trabajo y corresponde a la guía de gerenciamiento su desglose para determinar cuál es el mejor mecanismo de sostenibilidad del servicio (GDSAU, 2018).
- **Barrido Mecánico:** El horario de este tipo de barrido depende de las costumbres de la población de los municipios, de las características de la infraestructura vial, recomendándose que sea un barrido nocturno a efectuarse en zonas comerciales e industriales donde durante el día existen muchos peatones y generalmente los vehículos están estacionados en los cordones de las aceras sobre las cunetas que es el lugar donde se debe de barrer. Así como en las grandes avenidas o zonas residenciales donde durante el día hay un tráfico intenso (GDSAU, 2018).

1.1.9.2. Herramientas de barrido manual

Las herramientas que se deben utilizar a nivel nacional para el barrido manual son básicamente: escoba de paja (escoba de charro), escobillón, escoba, cepillos para barrer, carrito de mano (ya sea manual o a pedal denominado lutocar), recogedor, rastrillo, azadón, barreta, machete, horquetas, y pala en algunas ocasiones. Además de Rasquetas o lanceta/jabalinas para la limpieza en vías de tierra (GDSAU, 2018).

- **Herramientas para vías y áreas con pavimento:**

El escobillón tiene que ser de fibras cortas y duras, que en su mayoría son de vegetales, en las calles con asfalto deficiente o malogrado es preferible escobas con fibras largas y flexibles y el cepillo para barrer tiene un mayor rango de alcance y mayor rendimiento (GDSAU, 2018).

El carrito de mano puede llevar dos receptáculos cilíndricos de una capacidad de 50 litros mínima cada uno o ser de una sola capacidad (120 litros como mínimo). La estructura de estos carritos debe ser sólida y liviana, recomendándose que sea de tubo de acero y es muy importante contar con este instrumento para que el barrendero vaya recogiendo la basura que ha acumulado con el escobillón o la escoba; si no cuenta con este implemento tiene que formar montones en la cuneta hasta que los recoja el otro personal encargado de levantarlos o el camión recolector, estando expuesto a ser derramado por el tráfico y en consecuencia volver a ensuciar la vía, por lo que, si no se cuenta con este carro, se deben de dotar bolsas plásticas (GDSAU, 2018).

En algunos lugares de alta generación pueden utilizar cilindros metálicos de 200 litros (turriles), por la facilidad de obtenerlos ya que constituyen envases de otros productos, sin embargo, estos no son recomendables ya que dificulta la operación tanto para el barrendero como para los recolectores; por lo que puede modificarse para que se forme otro material montado sobre ruedas de goma (GDSAU, 2018).

En lugares con fuertes lluvias o con características topográficas únicas (laderas o quebradas cerca de las ciudades) es necesaria una pala para levantar el lodo o tierra

húmeda que han sido arrastrados hacia la cuneta (limpieza de áridos). También es necesario proveer al barrendero de un azadón, barreta y pala para limpieza de los sumideros de las bocas de tormenta (limpieza de boca de tormentas), en pequeñas poblaciones, para ciudades mayores a 100.000 habitantes se recomienda la compra de camiones desobstructores (GDSAU, 2018).

Para facilitar la operación del barrido y la de recolección se deberán proveer de bolsas plásticas mínimamente de 100 litros, las mismas que podrán ser colocadas dentro del cilindro y serán retiradas de él cuando se hayan llenado, o se colocarán en lugares preestablecidos de donde serán retirados por los vehículos recolectores (GDSAU, 2018).

La retirada a granel de los residuos tales como residuos públicos comunes, tierra y escombros de los lotes baldíos o lugares públicos abandonados puede ser hecha manualmente con palas, levantando los residuos y depositándolos directamente en las volquetas, o en contenedores metálicos, y para retirar los restos de vegetación se puede utilizar las horquetas (GDSAU, 2018).

En casos en que hay grandes cantidades de residuos y, especialmente, cuando se deben retirar muchos escombros o tierra, es recomendable usar palas mecánicas. Finalmente, los carritos de mano convencionales (carretillas), sólo deben ser utilizados en lugares cuando las soluciones anteriores sean imposibles, debido a que su capacidad y su formato no son los apropiados, ya que se vuelcan con facilidad, desparramando el residuo recogido, permitiendo que el viento lo arrastre y con este tipo de herramienta se brinda para la limpieza de áridos de las vías (GDSAU, 2018).

Se resalta además que para el lavado de plazas y áreas públicas debe considerarse el uso de trapeadores para poblaciones pequeñas (menores a 10.000 habitantes), cisternas a presión con ayuda de trapeadores para poblaciones intermedias (mayores a 10.000 hab. a 100.000 hab.) y para poblaciones mayores lava calles e hidro cinéticos (mayores a 100.000 hab.) (GDSAU, 2018).

- **Herramientas para vías y áreas sin pavimento**

En vías y áreas que no cuentan con pavimento: vías de tierra, áreas verdes de parques, y franjas de torrenteras (canales) sin pavimento, deben de utilizarse escobillones de cerdas plásticas, recogedores y bolsas (ya sean plásticas o saquillos), adicionándose rastrillos y las horquetas para la limpieza de vías de tierra, áreas verdes, y franjas de torrenteras sin pavimentos. (Rasquetas y lancetas o jabalinas). Finalmente, para el deshierbe, desbrozado y cortado de hierbas y malezas debe de utilizarse azadones, palas y machetes y bolsas (ya sean bolsas plásticas o saquillos) (GDSAU, 2018).

TABLA I- 2 Herramientas básicas de limpieza

Herramientas básicas de Limpieza y Barrido	Herramientas de Limpieza para áreas no pavimentadas, deshierbe, bocas de tormenta y áridos.
<p data-bbox="516 978 656 1010">Escobillón</p> 	<p data-bbox="1084 978 1203 1010">Rastrillo</p> 
<p data-bbox="354 1230 818 1314">Escoba (ya sea de cerdas de paja o plásticas)</p> 	<p data-bbox="1089 1230 1198 1262">Azadón</p> 
<p data-bbox="386 1587 792 1619">Cepillo de barrer y trapeador</p> 	<p data-bbox="1089 1587 1198 1619">Barreta</p> 

<p style="text-align: center;">Recogedor</p> 	<p style="text-align: center;">Pala</p> 
<p style="text-align: center;">Turriles</p> 	<p style="text-align: center;">Machetes</p> 
<p style="text-align: center;">Carrito</p> 	<p style="text-align: center;">Horquetas</p> 
<p style="text-align: center;">Bolsas plásticas</p> 	<p style="text-align: center;">Saquillos</p> 

Fuente: MMAyA.

1.1.9.3. Equipos de Barrido Mecánico

Este tipo de equipos de manera general permite que los residuos sólidos acumulados en el suelo debajo de la máquina sean recogidos por un escobillón de eje horizontal que

puede o no extenderse a todo lo ancho del vehículo, el cual levanta los residuos sólidos y los vacía en una banda transportadora de paletas, que finalmente los deposita en una tolva de almacenamiento. Dependiendo del sistema de recolección que realicen estos equipos, estos pueden dividirse en mecánicas y aspiradoras. A continuación, describiremos los principales tipos de barredoras existentes en el mercado actual (GDSAU, 2018).

- **Máquina Barredora Mecánica**

Estas máquinas están diseñadas para barrer cunetas, con capacidades de hasta 3 m³ de almacenamiento, siendo de gran tamaño, para que puedan recorrer varios kilómetros sin necesidad de ir a descargar (GDSAU, 2018).

Fig. I- 2 Barredora mecánica



Fuente: www.aseca.com

1.1.9.4. Limpieza Mecánica

- **Cisternas Acondicionadas**

Las cuales son vehículos cisternas que han sido acondicionados para contar con mangueras a presión para el lavado de vías, mercados y ferias; resaltando que se requiere complementar este servicio con el fregado manual de las mencionadas vías con cepillos y escobillones de cerdas plásticas (GDSAU, 2018).

Fig. I- 3 Cisterna

Fuente: Scorza 2016

1.1.9.5. Equipos de Protección del Personal

El personal es el componente esencial y primordial del servicio de limpieza y barrido, ya que es la portada de presentación de nuestro servicio, por lo cual con una correcta organización y distribución de nuestros barrenderos se puede obtener un servicio eficiente, el cual repercute directamente en la apreciación del SAU por parte de los usuarios. Dichos barrenderos deben contar con equipo de protección personal, seguridad e higiene industrial, salud ocupacional y ergonómicos necesarios, tales como protección de cabeza contra radiación (casco o gorra), protección visual(gafas de seguridad), protección respiratoria (mascarillas), protección de miembros (guantes de goma o cuero y botas de protección de seguridad con puntera y suela resistente a hidrocarburos y antideslizante),ropa de trabajo (overol o uniforme en materiales resistentes al desgaste),así como otros elementos apropiados para el desempeño seguro del trabajo: cinturones de corrección de postura, delantales y batas de gomas u overol tipo jardinera, etc., y otros elementos apropiados para el desempeño seguro del trabajo. En general, la entidad prestadora del servicio domiciliario de aseo debe tomar todas las medidas de seguridad necesarias con el fin de no exponer la seguridad y salud de su personal de limpieza y barrido (GDSAU, 2018).

TABLA I- 3 Indumentaria y equipos de protección personal

Indumentaria y equipos de protección personal	
<p>Overol y ropa de agua</p> 	<p>Lentes de seguridad</p> 
<p>Chalecos reflectivos</p> 	<p>Fajas de espalda</p> 
<p>Sombrero de ala ancha o gorras</p> 	<p>Casco de seguridad</p> 
<p>Botas de punta metálica y botas de agua</p> 	<p>Guantes</p> 

Mascarillas o barbijos



Fuente: MMAyA.

Además, éstos se encuentran regulados por el RGRS, el cual en su ARTÍCULO 38°, indica que los gobiernos municipales, a través de sus unidades responsables correspondientes, designarán al personal necesario para barrer las áreas públicas asignadas, proporcionándoles equipos y herramientas esenciales para realizar su trabajo y asimismo, los trabajadores del servicio de barrido deberán encargarse del aseo regular de sus equipos y herramientas de trabajo, vigilando que sean sometidos a un programa de mantenimiento preventivo elaborado y controlado por la unidad responsable. Asimismo, el ARTÍCULO 39° del RGRS expone que el personal asignado al barrido de las áreas públicas deberá recibir capacitación periódica tanto en los aspectos técnicos como de seguridad e higiene en el trabajo.

A nivel nacional casi todos los SAU de los municipios mayores, incluyendo el municipio de El Alto cuentan con dotación de EPP's, en cambio para los municipios intermedios la dotación de EPP's solo alcanza al 23% de ellos, y solo el 9% de los municipios menores cuentan con la respectiva dotación.

El barrido y limpieza manual de vías puede realizarse mediante rutas fijas asignadas a cada uno de ellos (GDSAU, 2018).

1.1.9.6. Procedimientos de Barrido

Los procedimientos de barrido se dividen en dos, procedimientos para el barrido manual y mecánico.

1.1.9.6.1. Procedimientos de barrido manual

El barrido y limpieza manual de vías puede realizarse mediante rutas fijas asignadas a cada uno de ellos (GDSAU, 2018).

- **Barrido por Ruta Fija**

El barrido por ruta fija consiste en asignar un circuito a un barrendero, se pueden seguir dos métodos: el de asignación de calles o el de asignación de manzanos (a ser desarrollados en el acápite de rutas). Cualquiera que sea el método elegido, y con la finalidad de minimizar accidentes y el recorrido no productivo de un barrendero, se deben seguir las siguientes recomendaciones de barrido:

- a) Estacionar el carrito (si es que se contase con él) en las aceras al comienzo del recorrido (barrido individual), de lo contrario continuar con el recorrido (barrido con apoyo).
- b) Forrar por dentro los cilindros del carrito con un saco de plástico de 100 litros (barrido individual)
- c) Barrer la basura de la acera, moviéndola hacia la cuneta y en dirección del tráfico vehicular.
- d) Barrer la basura de la cuneta en sentido contrario al tráfico vehicular formando montones cada 20 o 25 metros y hacia el punto de estacionamiento del carrito (si se contase con él, o en su defecto dejar los montones para su recolección por el operador del carrito-barrido con apoyo), teniendo cuidado de no barrer por encima de las bocas de tormenta (drenaje pluvial).
- e) Mover el carrito por las aceras e ir recogiendo los montículos y estacionar en la siguiente estación (barrido individual).
- f) Depositar el saco de plástico que ha sido llenado con la basura recogida en un punto predeterminado (barrido individual o barrido con apoyo).
- g) Recolectar los sacos de plástico en los puntos predeterminados por medio de camiones recolectores (etapa a realizar por el personal de apoyo de los vehículos de recolección).

1.1.9.6.2. Procedimiento de barrido mecánico

El procedimiento mínimo a seguir con equipos mecánicos debe seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Las maquinas deben salir con el tanque de agua lleno.
- b) Al llegar al punto de inicio de la ruta, el operador debe ajustar el ángulo del escobillón lateral según la pendiente lateral de la cuneta, colocar el deflector central en la posición correcta y bajarlo para que quede en contacto con el pavimento y bajar el escobillón lateral para accionar el sistema de riego e iniciar el barrido.
- c) Es recomendable que trabajen siempre dos máquinas juntas, una por cada lado de la calle, separadas a 50 m. para no producir demasiada obstrucción de tránsito.
- d) Si la cantidad de residuos sólidos a recolectar en una jornada es mayor que la capacidad de la tolva, se deberá coordinar adecuadamente con el recolector a fin de no ocasionar pérdida de tiempo o la necesidad de amontonar los residuos sólidos en la vía pública.

1.1.9.7. Rutas

Una "ruta de barrido o de limpieza" se define como el recorrido de limpieza con una frecuencia determinada, que deben efectuar los barrenderos o equipos mecánicos en el tiempo, dividiéndose éstas en: macrorutas y microrutas (GDSAU, 2018).

1.1.9.7.1. Diseño de rutas de barrido y limpieza

La ruta de diseño de barrido se define por distintos métodos, uno de ellos conocido como el método heurístico (sentido común), por lo que, para el caso de empezar con un nuevo diseño, se recomienda utilizar los parámetros de rendimientos de barrendero a nivel nacional; sea cual sea el método a adoptarse para el diseño de rutas, debe procederse con la siguiente metodología, tanto para macrorutas y microrutas. (GDSAU, 2018).

1.1.9.7.2. Macrorutas

Las Macrorutas de barrido manual y mecánico y de limpieza de áreas públicas corresponden al área geográfica que la cuadrilla de barrenderos o el equipo mecánico barre en una semana, el cual debe estar señalado en un plano con los horarios de barrido (GDSAU, 2018).

- Definir espacialmente, empleando planos topográficos y de infraestructura vial, la zona a servir, teniendo en cuenta los planes de desarrollo de cada distrito en lo posible, si no del municipio en general. Deben conocerse también las redes de servicio público existentes.
- Incluir en el plano la longitud de los diferentes componentes de la infraestructura vial (calles, carreras, transversales, avenidas, etc.) según sea el caso, describiendo el tipo de terminado de la vía: pavimentada, sin pavimentar, y su estado.
- Subdividir el área en zonas que en lo posible tengan el mismo uso, por ejemplo: residencial, comercial, industrial, etc., en todo caso, en el plano se debe describir el uso.
- Asignar a cada área una o más microrutas.

1.1.9.7.3. Microrutas

Para el diseño de microrutas, y a fin de maximizar rendimientos y longitudes de barrido, se recomienda el barrido individual para países en desarrollo como los de Latinoamérica, por lo tanto, se recomienda que el barrido se estructure de tal forma que exista 1 frente de trabajo, para el barrido de avenidas y calles.

- Sobre el plano se trazarán las posibles microrutas y cada microruta será el equivalente al barrido realizado por cada barrendero en un día.
- La microruta debe ser continua, es decir que contenga una serie de calles sin zonas muertas o traslapadas con calles correspondientes a otras microrutas.
- El barrido de vías cerradas lo deberá realizar el frente de trabajo que le corresponda, haciendo el desplazamiento desde la vía principal y por la cuneta

que le corresponda hasta la última vivienda, devolviéndose por la cuneta de enfrente hasta llegar nuevamente a la vía principal, para continuar su trayecto normal.

- Sobre el plano y trazado de la ruta de barrido se señalarán los usos del suelo (residencial, industrial, comercial, institucional), tipo de terminado de la vía: pavimentada, sin pavimentar, y su estado, y generación promedio en toneladas por kilómetro.
- Con base en el tipo de vía y usos del suelo, se definirá el rendimiento de barrido y limpieza por persona (Km/barrendero*jornada).
- El total de microrutas se dividirá en 6 días de barrido por semana, determinándose de esta manera el número de personal que deben realizar el barrido manual de vías y la limpieza de áreas públicas.
- Con base en el número de personal se identificará en el plano, el día que se prestará el servicio, los sitios de inicio y final del barrido en un día y, la identificación cada hora del sitio por donde pasará el personal.
- El día y horario obtenido deberán hacer parte del contrato de condiciones uniformes.
- En los casos de parques y áreas públicas se deberá tomar una longitud promedio realizando el siguiente análisis: la calle de este a oeste o viceversa equivaldrá a la longitud de vía y la calle de norte a sur o viceversa se dividirá en tantas partes proporcionales de 6 metros. La longitud total de la cuneta y acera a barrer equivalente, será el resultado de multiplicar las partes resultantes por la longitud de la calle de este a oeste o viceversa.

1.1.9.7.4. Métodos Heurísticos

Este tipo de método para determinar las microrutas de barrido es aproximado, ya que se basa generalmente en el sentido común del diseñador y en ciertas reglas de “dedo”. Debido a que requiere de un mínimo de tiempo y de pocos recursos económicos y

materiales, además de que se consideran que son adaptables a un amplio rango de problemas (pasajes, callejones sin salida).

Donde las principales reglas de “dedo” empleadas para el diseño de las rutas de barrido manual por métodos heurísticos son las siguientes:

- a) Evitar que se pase dos veces por la misma cuneta, a menos que la frecuencia fijada así lo exija.
- b) Procurar en lo posible, que el término de la ruta sea en el punto más cercano al inicio.
- c) Evitar el mayor número de cruces de calles.

Todas estas consideraciones son básicas y elementales para contar con un servicio de limpieza y barrido que aproveche al máximo la capacidad del personal, se pueda mejorar el rendimiento del servicio y minimizar los costos en mano de obra que es el factor preponderante en este servicio.

1.1.9.7.4.1. Ventajas y desventajas del método heurístico para el microruteo

Las ventajas y desventajas del método se detallan en la siguiente tabla:

TABLA I- 4 Ventajas y desventajas del método heurístico de microruteo de barrido

VyD	Métodos Heurísticos
Ventajas	Requiere de un mínimo de tiempo y de pocos recursos económicos y materiales.
Desventajas	Las rutas diseñadas a mano (heurísticamente) omiten hasta el 16 % del área de barrido y toma

	muchas más áreas de repaso o tiempos muertos.
--	---

Fuente: Guía SAU

1.1.9.8. Rendimientos en el barrido

El rendimiento de la actividad de barrido, es el parámetro más importante que cuantifica el nivel de eficiencia del servicio de barrido, ya sea este manual o mecánico; este deberá determinarse con base en la cantidad de kilómetros barridos y el tiempo ya sea mensual o diario utilizado por los operarios cuando sea manual o de los equipos cuando sea mecánico (GDSAU, 2018).

- **Barrido Manual**

El rendimiento de un barrendero depende del tipo de distrito, de la topografía, de las condiciones de pavimento, de la densidad del tráfico peatonal y vehicular, de la calidad y ligereza de sus implementos y de la técnica que tenga para barrer.

Los rendimientos estimados de barrido por persona o por jornada efectiva de trabajo son de 1 a 2 kilómetros lineales (2 cunetas y 2 aceras) para limpieza en mercados, y de 2 a 3 kilómetros lineales (2 aceras y 2 cunetas) en vías y calles pavimentadas, y el rendimiento para la limpieza de áreas públicas (plazas) puede llegar a ser entre 3.000 m² a 4.000 m² por barrendero al día, según experiencias obtenidas en algunas ciudades de América Latina. (Acurrio, Texira, Rossin , & Zepeda, 1998).

En Bolivia acorde a la actualización del DGRSN del 2011, el rendimiento promedio de barrido de vías para los municipios mayores es de 2,5 km/barrido*jornada, para el Municipio de El Alto es de 3,3 km/barrido*jornada, y para los municipios intermedios es de 1,68 km/barrido*jornada; estando para estos últimos el valor por debajo del valor a nivel latinoamericano.

Resaltando que, a un rendimiento mayor, mayor es la cobertura, y si es menor, se reduce la cobertura. Los municipios grandes presentan una cobertura promedio de barrido del 60,55%, los municipios intermedios un 48,88%, y el Municipio de El Alto

una cobertura del 70%. Asimismo, se resalta que un mejor rendimiento se alcanza mediante el barrido por cuadrillas (mínimo de 2 personas), y no por ruta fija (1 sola persona), donde cada una de ellas limpia una cuneta y una acera de la vía mejorando de esta manera la longitud de barrido.

1.2. MARCO CONCEPTUAL

1.2.1. Áreas públicas: Los espacios de convivencia y uso general de la población (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.2. Aseo Urbano: Es el servicio de limpieza consistente en almacenamiento, barrido, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos bajo normas técnicas, en los asentamientos humanos (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.3. Ambiente: Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados (GDSAU, 2018).

1.2.4. Barrido de vías: Es la actividad de recolección manual o mecánica de residuos sólidos depositados en la vía pública por parte del personal del prestador del servicio de aseo urbano (GDSAU, 2018).

1.2.5. Basura: Se entiende por basura todo residuo sólido o semisólido con excepción de excretas de origen humano o animal que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor; están comprendidos en la misma definición los desechos, cenizas, elementos de barrido de calles, residuos industriales, de hospitales y de mercados, entre otros, es decir: es sinónimo de desechos o residuos sólidos (GDSAU, 2018).

1.2.6. Cobertura de servicio: Extensión territorial que alcanza un servicio (GDSAU, 2018).

1.2.7. Contaminación por residuos sólidos: La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o el manejo y disposición final inadecuados de los residuos sólidos (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.8. Diseño: Trazo o delineación de una obra o figura y se aplica el término al proyecto básico de la obra (GDSAUI, 2018).

1.2.9. Educación Ambiental: Es la formación del ser humano en actitudes, valores, destrezas y habilidades de comprensión, cuyas acciones deberán estar encaminadas a la protección del medio ambiente para la actual y futura generación, asimismo a asumir la responsabilidad de evitar los daños e impactos negativos que se ocasionan sobre el medio ambiente (GDSAUI, 2018).

1.2.10. Fauna nociva: Especies animales que por condiciones ambientales incrementan su población llegando a convertirse en plaga, vectores potenciales de enfermedades infecto-contagiosas o causantes de daños a las actividades o bienes humanos (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.11. Gestión de residuos sólidos: Es el conjunto de actividades como ser generación, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de acuerdo con sus características, para la protección de la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.12. Gestión integral de residuos sólidos.: Conjunto articulado de componentes normativos, de planificación, institucionales, de financiamiento, operativos, educativos, de participación ciudadana, investigación y desarrollo, salud, medio ambiente, control y evaluación, implementadas por los actores institucionales y la sociedad, en el marco de políticas y estrategias para la prevención, aprovechamiento, tratamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos, en los ámbitos nacional, departamental y municipal (GDSAUI, 2018).

1.2.13. Limpieza: es el conjunto de actividades que se ejecutan de forma manual o mecánica, tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado (GDSAUI, 2018).

1.2.14. Normas Técnicas: Son aquellas que se emiten por consenso y son aprobadas por un organismo reconocido en el marco del Sistema Boliviano de Normalización, Metrología, Acreditación y Certificación (GDSAUI, 2018).

1.2.15. Residuos de limpieza de áreas públicas: Son los residuos sólidos procedentes de la actividad de limpieza de los espacios de convivencia y uso general de la población (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.16. Recolección: Es la operación consistente en recoger los residuos generados para ser transportados a instalaciones de transferencia, tratamiento (aprovechamiento) o a un sitio de confinamiento o disposición final (GDSAU, 2018).

1.2.17. Recuperación: Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaqueamiento, recolección o cualquier otra forma de selección de los residuos sólidos con el objeto de reciclarlos o volverlos a utilizar (GDSAU, 2018).

1.2.18. Residuos Sólidos: Materiales en estado sólido o semisólido de características no peligrosas, especiales o peligrosas, generados en procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación tratamiento, cuyo generador o poseedor decide o requiere deshacerse de estos, y pueden ser susceptible de aprovechamiento o requieren sujetarse a procesos de tratamiento o disposición final (GDSAU, 2018).

1.2.19. Residuos Sólidos de la Vía Pública: Son aquellos que son depositados y recolectados de la vía pública y están constituidos por papel, tierra, arena, madera, plástico, hojas, colillas de cigarro, estiércol, piedras, y animales muertos (GDSAU, 2018).

1.2.20. Residuos Sólidos Comerciales: Residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios (GDSAU, 2018).

1.2.21. Residuos Sólidos Municipales: Son aquellos que se generan en las viviendas, parques jardines, vía pública, oficinas, mercados, comercios, demoliciones, construcciones, instalaciones, establecimientos de servicios y en general todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios, actividades industriales, artesanales, comerciales y centros de investigación (GDSAU, 2018).

1.2.22. Residuos Sólidos No Aprovechables: Son todos los residuos que no pueden ser aprovechados mediante reutilización, reciclaje o tratamiento biológico (GDSAU, 2018).

1.2.23. Residuos Sólidos No Peligrosos: Son aquellos que por sus características físicas y químicas no se consideran peligrosos (GDSAU, 2018).

1.2.24. Residuos Sólidos Orgánicos: Comprende los residuos generados principalmente en lugares donde se realizan actividades de cocina, consumo de alimentos, jardinería y poda de plantas, centros de abasto de frutas, verduras u otros productos generados por acción de la naturaleza. Su característica principal es que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos como lombrices, bacterias y hongos principalmente (GDSAU, 2018).

1.2.25. Residuos Sólidos 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 (GDSAU, 2018).

1.2.26. Rutas de barrido: Se refiere a los recorridos de limpieza con una frecuencia determinada, que deben efectuar los barrenderos o equipos mecánicos en el tiempo (GDSAU, 2018).

1.2.27. Rutas de recolección: Son recorridos específicos que deben realizar diariamente los vehículos recolectores en las zonas definidas en el Municipio (GDSAU, 2018).

1.2.28. Servicio de Aseo Urbano: Es el servicio público municipal que consta de las operaciones de almacenamiento, barrido y limpieza, recolección, transporte, transferencia, tratamiento (aprovechamiento), y disposición final de los residuos sólidos municipales bajo normas técnicas (Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos, 1995).

1.2.29. Tarifa: Describe al precio cobrado por un servicio público proveído de forma facultativa (que puede hacerse o dejar de hacerse), es decir, la tarifa es proporcional a la cantidad y calidad del servicio (GDSAU, 2018).

1.2.30. Tasa: Se refiere al impuesto sobre la disponibilidad de un servicio público por parte del poder público, ya sea que el contribuyente (el que paga) lo use o no (GDSAU, 2018).

1.2.31. Transporte: Es la etapa de la gestión operativa mediante el cual los residuos son trasladados desde los puntos de recolección hasta las instalaciones de tratamiento (aprovechamiento) o disposición final, con la frecuencia y equipos necesarios (GDSAU, 2018).

1.2.32. Tratamiento de residuos sólidos: Conjunto de operaciones encaminadas a la transformación física, química, térmica o biológica de los residuos para el aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos o para reducir la peligrosidad de los mismos (GDSAU, 2018).

1.3. MARCO LEGAL

1.3.1. Constitución Política del Estado, 2009

Artículo 33° Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, el ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

1.3.2. Ley 1333 del Medio Ambiente, Reglamento de Residuos Sólidos 1992

Artículo 37° El barrido de áreas públicas podrá realizarse en forma manual o mecánica, según las necesidades y posibilidades del caso.

Artículo 38° Los gobiernos municipales, a través de sus unidades responsables correspondientes, designarán al personal necesario para barrer las áreas públicas asignadas, proporcionándoles equipos y herramientas esenciales para realizar su trabajo, como ser: a) uniformes de colores fácilmente perceptibles a la vista; b) casco protector en los casos que se requiera; c) ropa de trabajo reflejante para horario nocturno.

Asimismo, los trabajadores del servicio de barrido deberán encargarse del aseo regular de sus equipos y herramientas de trabajo, vigilando que sean sometidos a un programa de mantenimiento preventivo elaborado y controlado por la unidad responsable.

Artículo 39° El personal asignado al barrido de las áreas públicas deberá recibir capacitación periódica tanto en los aspectos técnicos como de seguridad e higiene en el trabajo.

Artículo 40° Los gobiernos municipales, a través de sus unidades responsables correspondientes, establecerán métodos, rutas, horarios y frecuencias en que deba realizarse el barrido de las áreas públicas, pudiendo, después de escuchar a la representación de vecinos, modificarlos de acuerdo con las necesidades de dicho servicio.

Artículo 41° En la selección de los equipos y herramientas para el barrido manual se tomarán en consideración las características ergonómicas que faciliten su manipulación y transporte.

1.3.3. Ley 755 Gestión Integral de los Residuos Sólidos, 28 de octubre de 2015

Artículo 10° (DERECHOS). Toda persona individual o colectiva tiene los siguientes derechos:

- a) A gozar de un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, libre de contaminación o riesgos de deterioro derivados de la gestión inadecuada de residuos.
- b) Al acceso a los servicios de Gestión Integral de Residuos en forma universal, continua, equitativa, con calidad y eficiencia.
- c) A la atención efectiva y oportuna de las reclamaciones y solicitudes que se planteen en calidad de usuario de los servicios relativos a la Gestión Integral de Residuos, en el marco de la normativa vigente.
- d) Al acceso a la información de la Gestión Integral de Residuos, en el marco de la presente Ley.
- e) A recibir educación y capacitación para el ejercicio de su rol como actor de la Gestión Integral de Residuos.

Artículo 34° (GESTIÓN OPERATIVA DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES). La gestión operativa de residuos municipales se encuentra en el marco de los servicios de aseo urbano y saneamiento básico.

1.3.4. Reglamento General de la Ley 755 D.S. 2954 del 19 de octubre del 20216

Artículo 16° (Investigación y desarrollo). El nivel central del Estado y las Entidades Territoriales Autónomas, podrán promover acuerdos, convenios con universidades y centros de investigación, para fomentar programas de investigación y desarrollo de tecnologías, que permitan optimizar los sistemas de gestión integral de residuos.

1.3.5. Guía para el Desarrollo de Servicios de Aseo Urbano del 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Agua

La presente guía está dirigida a aquellas personas que desde los gobiernos municipales tienen la responsabilidad de la gestión integral de los residuos sólidos en su etapa de planeación operativa, o aquellas entidades que prestan el servicio de aseo urbano. Su objetivo principal es proporcionar los elementos, criterios técnicos, metodologías y parámetros para el diseño del servicio de aseo urbano municipal, mediante herramientas técnicas que coadyuven en la planificación e implementación de este servicio.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y METODOLOGÍA

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

2.1.1. Descripción del Área de Estudio

2.1.1.1. Características Generales de Entidad Municipal de Aseo de Tarija (EMAT)

Entidad Descentralizada del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

Ubicación:

Departamento: Tarija

Provincia: Cercado

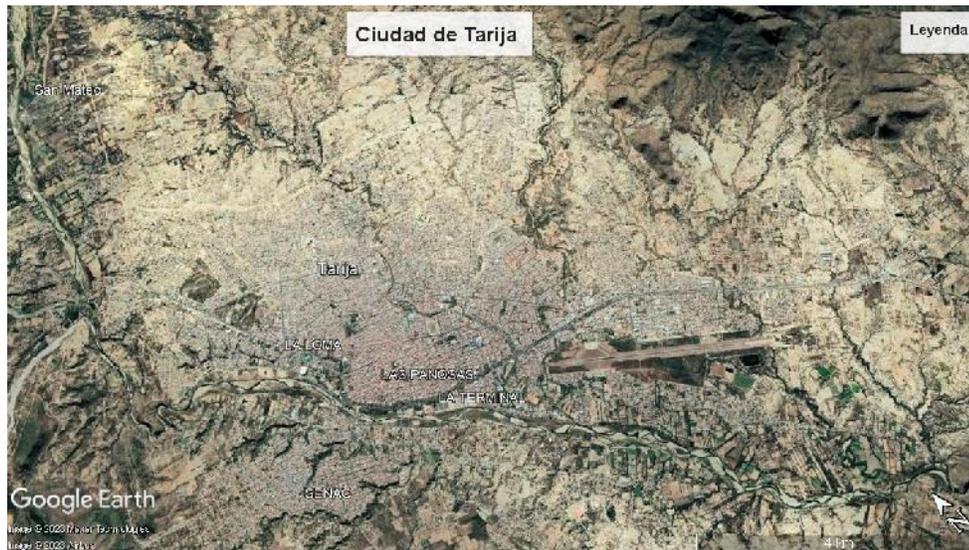
Municipio: Cercado

Ciudad o localidad: Tarija

La En La Entidad Municipal de Aseo Urbano de la Ciudad de Tarija es la encargada del manejo integral de los residuos sólidos de la ciudad, ubicado en la ciudad de Tarija.

- 21°32'02" de Latitud Sud.
- 64°10'39" de Longitud Oeste.
- 1834 m.s.n.m.

Fig. II- 1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio Ciudad de Tarija



Fuente: Google Earth.

2.1.2. Materiales Empleados

Los materiales empleados durante el desarrollo del trabajo dirigido fueron los siguientes:

TABLA II- 1 Materiales y equipos

MATERIAL Y EQUIPOS	USO
Material de escritorio.	Registro de las actividades realizadas.
Computadora (laptop).	Sistematización de la información recolectada.
Cámara fotográfica.	Plasmar en imágenes toda la información de campo.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada consistió en realizar un diagnóstico de la situación actual del servicio de barrido y limpieza de EMAT, para que en base a los resultados que se obtendrán y analizaran, se pueda realizar un rediseño del servicio tomando como referencia la GDSAU del 2018 del MMAyA.

2.2.1. Enfoque

La investigación se manejó a partir de un enfoque tipo mixto donde se combinó los enfoques cuantitativos y cualitativo, debido a que los procesos que se desean están descritos a partir de estos mecanismos, inicialmente el método cuantitativo se utilizó para la identificación y verificación de rutas de barrido y limpieza, esto se llevó a cabo por medio del método in situ, planillas de verificación y diferentes herramientas que permitan desarrollar un proceso deductivo, secuencial y probatorio de los factores a medir; por otro lado, el enfoque cualitativo se utilizó para la recolección de datos de la entidad que permitió afinar las preguntas de investigación durante el proceso.

2.2.2. Método

Descriptivo: Porque sólo se describirán las actividades operativas que se realizan dentro del servicio de barrido y limpieza de la Entidad Municipal de Aseo de Tarija.

Cuantitativo: El estudio de investigación es de tipo Cuantitativo, porque estudia hechos de la realidad que son posibles de ser medidos en forma sistemática y rigurosa.

Analítico: Se realizará el análisis mediante la observación para explicar, comprender la naturaleza del fenómeno y el objeto que se va a estudiar, servicio de barrido y limpieza de la Entidad Municipal de Aseo de Tarija.

2.2.3. Fuentes de Información

Primario: Se selecciona información original, que haya sido publicada y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más.

Secundario: Se recopila información primaria, sintetizada y reorganizada; están especialmente diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos; esta información compone la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y el acceso a las fuentes primarias.

2.2.4. Técnicas de Recolección de Datos

Para llevar adelante la presente investigación se recurrió a las siguientes técnicas:

- a) **Técnicas de Observación Visual:** Nos permitió la identificación de las actividades operativas a fondo, que consistió en observar de manera detallada y periódica las diferentes actividades que se realiza en el área de barrido y limpieza.
- b) **Registro de Datos:** Técnica muy importante que permitió registrar la información de campo relacionada a las actividades operativas que se realiza e identificar todas las características las rutas actuales de trabajo que tienen asignado los trabajadores del servicio de barrido y limpieza.
- c) **Registro Fotográfico:** Que nos permitió plasmar en imágenes toda la información de campo que se considera importante para la elaboración de propuestas de optimización.

2.2.5. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos que se consideró para poder llevar adelante este trabajo dirigido son los siguientes:

- Consulta de bibliografías y documentación (internet, informes, etc.).
- Trabajo de campo (visitas, toma de datos, etc.).
- Registro de observaciones.

2.2.6. Estructura Metodológica de Desarrollo del Trabajo Dirigido

El presente trabajo dirigido se realizó en 3 fases: fase de gabinete, fase de campo, fase de post campo, siguiendo la metodología que establece la Guía para el Desarrollo de

Servicio de Aseo Urbano GDSAU del 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, los mismos que serán expuestos en cada fase.

2.3. ESTRUCTURA METODOLÓGICA

2.3.1. Fase de Gabinete

2.3.1.1. La Técnica Documental

Consistió en obtener y recopilar información primaria y secundaria documentada referida al tema de investigación.

2.3.2. Fase de Campo

2.3.2.1. Relevamiento de información

El diagnóstico se realizó a través del trabajo de campo, verificando, evaluando y registrando las actividades desarrolladas por el personal de barrido y limpieza, donde se detalló la infraestructura vial urbana que es sujeta del servicio de barrido; longitudes de calles y avenidas (expresadas en kilómetros) y las superficies de áreas públicas barridas (plazas, parques, etc.) según tipo de pavimento (asfaltada, empedrada, enlosetado, de tierra, etc.).

Así mismo se señaló: herramientas y equipos empleados, número de rutas de barrido, frecuencias y horarios, cantidad de personal operativo empleado y su condición laboral (si es eventual, permanente u otro), uso de ropa de trabajo y equipos de protección personal del personal operativo, tipo y número de equipos utilizado para barrido, características técnicas de los equipos y estado operativo actual de los equipos, esto con la finalidad de conocer cómo se opera en la misma.

2.3.3. Fase de Post Campo

2.3.3.1. Determinación de las Eficiencia y Cobertura actual del Servicio de Barrido y Limpieza de EMAT

2.3.3.1.1. Determinación de la Cobertura de Barrido

El servicio de barrido manual, lo condicionan el tipo de zona por atender y la decisión de las autoridades en cuanto al tipo de servicio y el porcentaje de cobertura.

Este indicador se calculó en porcentaje, es el cociente de la longitud de vías (avenidas y calles) pavimentadas atendidas con barrido y aseo urbano entre la longitud total de vías pavimentadas del municipio, quedando de la siguiente manera:

$$CBM = \frac{LVPB}{LTVP} \times 100\%$$

En donde:

CBM = Cobertura de barrido manual (%).

LVPB = Longitud de vías pavimentadas barridas (km).

LTVP = Longitud total de vías pavimentadas (km)

A continuación, en la Tabla ... se interpreta el resultado obtenido de CBM.

TABLA II- 2 Rango aceptable de la cobertura de barrido

Rango aceptable	85 – 100 % de cobertura de barrido manual de vías pavimentadas.
-----------------	---

Fuente: (GDSAU, 2018).

2.3.3.1.2. Determinación de la Eficiencia del Personal de Barrido

La eficiencia de un barrendero depende del tipo de zona, de las condiciones del pavimento, de la densidad del tráfico peatonal y vehicular, de la calidad y ligereza de sus implementos y de la técnica que tenga para barrer.

Dado que la longitud estimada de barrido por persona o por jornada efectiva de trabajo son de 1 a 2 kilómetros lineales (2 cunetas y 2 aceras) para la limpieza en mercados, y de 2 a 3 kilómetros lineales (2 aceras y 2 cunetas) en vías y calles pavimentadas según experiencias obtenidas en algunas ciudades de América Latina (Acurrio, Texira, Rossin , & Zepeda, 1998).

TABLA II- 3 Longitud de barrido según experiencias en ciudades de América Latina

Zona	Rendimiento de barrido (km lineal/barrido*jornada.
Mercados	1 a 2
Vías y calles pavimentadas	2 a 3

Fuente: (Acurrio, Texira, Rossin , & Zepeda, 1998).

Para el cálculo de la eficiencia del personal de barrido se utilizó el siguiente indicador:

$$EPB = \frac{LTBJ}{TE}$$

En donde:

EPB = Eficiencia del personal en barrido manual (km/empleado).

LTBJ = Longitud total barrida por jornada entre todos los barrenderos (km).

TE = Total de empleados.

El rango aceptable a nivel nacional de indicador EPB se muestra a continuación en la Tabla ...

TABLA II- 4 Rango aceptable de EPB

Rango aceptable	1.5 – 2.5 km/barrendero/turno de trabajo.
-----------------	---

Fuente: (GDSAU, 2018).

2.3.3.2. Diseño del Servicio de Barrido y Limpieza a cargo de la Entidad Municipal de Aseo de Tarija

Una vez sistematizada toda la información de campo y de los resultados obtenidos en el diagnóstico se procedió a la elaboración del Rediseño del Servicio de Barrido y Limpieza de EMAT siguiendo la GDSAU del 2018, con la finalidad de aprovechar de la mejor manera los recursos disponibles para ese servicio.

2.3.3.2.1. Cálculo de número de Barrenderos

Para el cálculo del número barrenderos según la (GDSAU, 2018), se utilizó el siguiente indicador:

$$Nro. de Barrenderos = \frac{Mano de obra directa}{F1 \times F2}$$

En donde:

Nro. De Barrenderos = Es el personal que tendrán rutas de barrido.

Mano de obra directa = Es la cantidad total del personal disponible para el área de barrido y limpieza.

F1 = Es el factor de un 10%, debido a que nunca va a existir una distribución ideal de los barrenderos por zona o vías a barrerse, tomando este factor el valor de 1,1 en la fórmula.

F2 = Es otro factor de un 20%, debido a la alta falta y ausentismo de este tipo de personal que se presenta a nivel nacional y latinoamericano, tomando este factor el valor de 1,2 en la fórmula.

2.3.3.2.2. Diseño de Rutas por el Método Heurístico

Para el rediseño de las rutas se utilizó el método heurístico (sentido común), por lo que, para el caso de empezar con el diseño, se utilizó como referencia los parámetros de eficiencia de barrido a nivel a Latino América y los parámetros de eficiencia del personal de barrido en las distintas zonas de Tarija calculados en el diagnóstico realizado, tomando en cuenta las distintas características que estas presentan, se aplicó el método heurístico; este método consistió en determinar las microrutas de barrido, por sentido común y aplicando ciertas reglas de “dedo”. Debido a que requiere de un mínimo de tiempo y de pocos recursos económicos y materiales, además de que se consideran que son adaptables a un amplio rango de problemas (pasajes, callejones sin salida) (GDSAU, 2018).

Donde las principales reglas de “dedo” empleadas para el diseño de las rutas de barrido manual por el método heurístico según la GDSAU son las siguientes:

- a) Evitar que se pase dos veces por la misma cuneta, a menos que la frecuencia fijada así lo exija.
- b) Procurar en lo posible, que el término de la ruta sea en el punto más cercano al inicio.
- c) Evitar el mayor número de cruces de calles.

Todas estas consideraciones fueron básicas y elementales para que se pueda contar con un servicio de barrido y limpieza que aproveche al máximo la capacidad del personal, se pueda mejorar la eficiencia y rendimiento del servicio y minimizar los costos en mano de obra que es el factor preponderante en este servicio.

Resaltando que para el mapeo de las rutas diseñadas se utilizó la herramienta ARCGIS, siendo este un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica.

2.3.3.2.3. Cálculo de la Cobertura Proyectada con el Rediseño de las Rutas de Barrido

Para el cálculo de la cobertura proyectada con el rediseño de las rutas de barrido y limpieza se utilizó el siguiente indicador:

$$CBMP = \frac{LVPBP}{LTVP} \times 100\%$$

En donde:

CBMP = Cobertura de barrido manual proyectada (%).

LVPBP = Longitud de vías pavimentadas barridas proyectada (km).

LTVP = Longitud total de vías pavimentadas (km).

CAPÍTULO III
ANÁLISIS DE RESULTADOS

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA ENTIDAD MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA “EMAT” 2022

El siguiente diagnóstico realizó con el fin de conocer, analizar y difundir información respecto a las actividades que se realizan en el servicio de barrido y limpieza de la Entidad Municipal de Aseo de Tarija, información que permitió generar una base de datos, la cual servirá para el rediseño del servicio, en donde se logre aprovechar al máximo la capacidad del personal, se pueda mejorar la eficiencia y minimizar los costos en mano de obra que es el factor preponderante en este servicio.

3.1.1. Personal de Barrido y Limpieza

El personal de barrido y limpieza está conformado por 101 personas, de los cuales 92 son del personal de limpieza, 4 inspectores, 3 choferes, 1 ayudante de chofer y 1 encargado de toda el área.

TABLA III- 1 Personal de barrido y limpieza

Área de Trabajo	Cantidad
Encargado de área.	1
Secretaria de área.	1
Personal de limpieza.	92
Inspectores.	4
Choferes.	3

Ayudante de chofer.	1
Total.	102

Fuente: EMAT, 2022.

3.1.1.1. Personal de barrido y limpieza de acuerdo al tipo de contratación

El personal de barrido y limpieza durante la semana trabaja en dos turnos, primer turno madrugada que es de 4 horas y segundo turno día de 3 horas, haciendo la suma 7 horas que es su jornada laboral al día, bajo el siguiente orden.

TABLA III- 2 Personal de barrido de acuerdo al tipo de contratación

Tipo de personal de limpieza	Cantidad
Efectivas y 121.	46
Tarija Limpia.	46
Total.	92

Fuente: EMAT, elaboración propia.

- El personal con el tipo de contratación Efectivas y 121, cumple una jornada laboral de 7 horas de lunes a viernes y 4 horas los días sábados.
- El personal con el tipo de contratación Tarija Limpia, cumple una jornada laboral de 7 horas de lunes a sábado.

3.1.1.2. Distribución actual del personal de barrido durante la semana

De acuerdo al diagnóstico realizado, se identificó que no existía información actualizada sobre la distribución actual del personal de barrido, de tal manera que la tabla que se presenta a continuación representa la distribución actual del personal de barrido en base la información recopilada que se encuentra en los ANEXOS A.

TABLA III- 3 Distribución del personal del primer turno durante la semana

Grupo	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb
Madrugada	78	78	78	78	78	78
Emergencia	14	14	14	14	14	14
Total	92	92	92	92	92	92

Fuente: EMAT, 2022.

TABLA III- 4 Distribución del personal del segundo turno durante la semana

Grupo	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb
Día	61	52	55	54	63	0
Emergencia	14	14	14	14	14	46
Campaña	10	19	16	17	8	
Sin turno	7	7	7	7	7	46
Total	92	92	92	92	92	92

Fuente: EMAT, elaboración propia.

- Grupo de Emergencia: Este grupo se encarga de cubrir las faltas de otros barrenderos, realizar la limpieza de ferias y el de campañas, cuando el personal dispuesto para esa actividad no sea suficiente, el personal disponible para este grupo es de 14 personas.
- Grupo de Campañas: Este grupo se encarga de realizar la limpieza de vías y áreas públicas de acuerdo a solicitud de parte de las juntas vecinales, alcaldía y particulares, siempre y cuando sea justificado, tal es el caso por aniversario de un barrio, quermes, y/o una actividad que genere gran cantidad de residuos

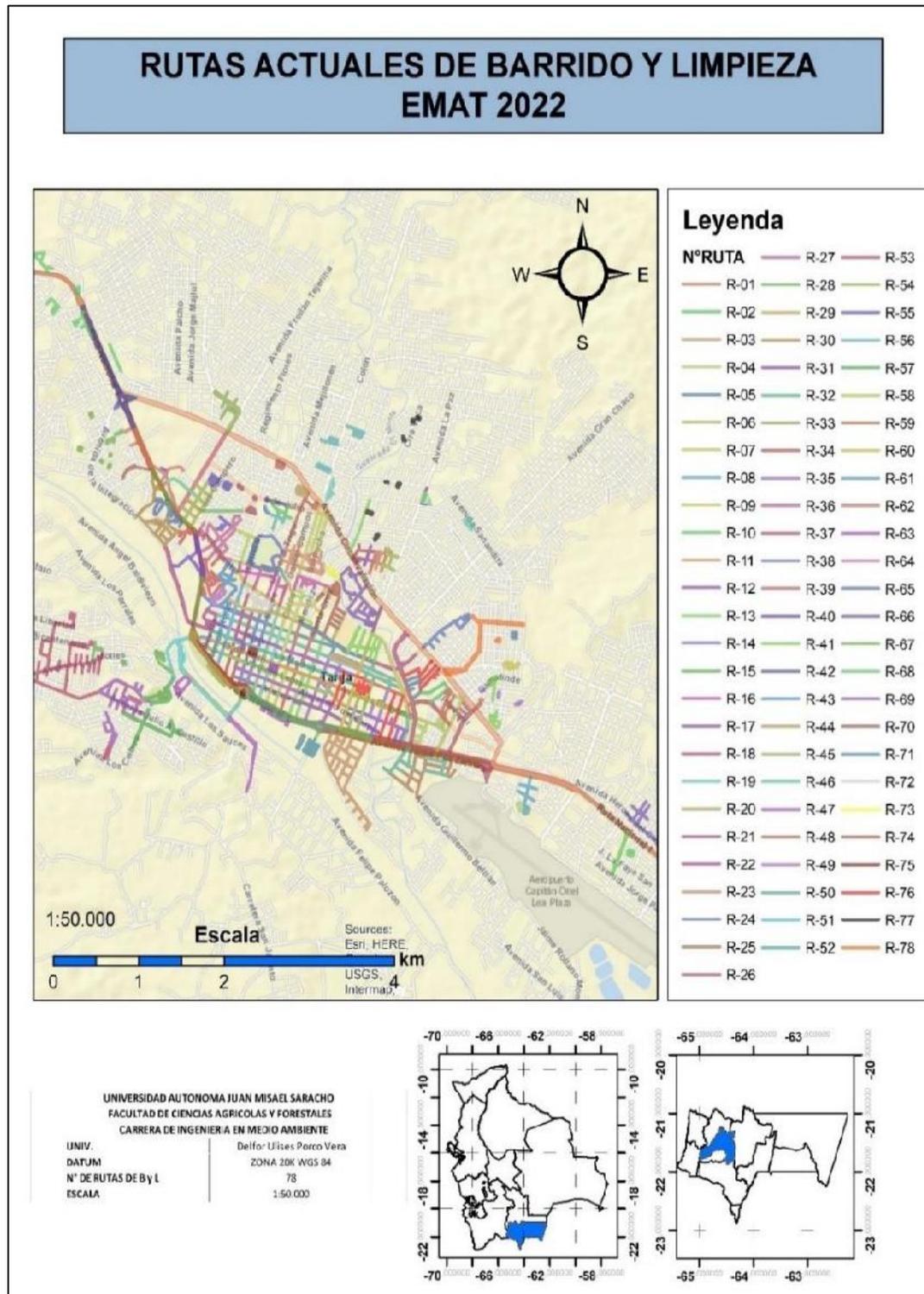
sólidos en vías y áreas públicas, el personal disponible para este grupo varía desde 8 personas disponibles los días viernes hasta 19 personas para el día martes.

- Personal sin turno: de acuerdo al diagnóstico realizado estudio realizado se observó que 7 personas no cuentan con un segundo turno de trabajo designado, siendo personas de la tercera edad a las cuales se les redujo las horas de trabajo durante el tiempo de pandemia, esto para cuidar su salud.
- También se presentan algunas rutas fijas durante los días hábiles para la limpieza de ferias.

De acuerdo a la información recopilada que se encuentra en los ANEXOS A, se observa que la distribución del personal varía durante la semana, en donde se observa que 78 barrenderos cuentan con rutas fijas durante toda la semana, en donde para el turno “madrugada” el número de personal, de rutas y frecuencia no varía de lunes a sábado, situación que cambia en el segundo turno “día” en donde se observa que el número de personal de rutas y frecuencias varía constantemente durante la semana, siendo algunas frecuencias desde 1 hasta 5 veces durante la semana, a continuación se muestra un mapa que representa las rutas unificadas del primer y segundo turno de barrido de los 78 barrenderos.

A continuación, se observa un mapa de las rutas actuales del servicio de barrido y limpieza de EMAT, hasta la gestión 2022.

Fig. III- 1 Mapa de las Rutas Actuales de Barrido y Limpieza



Fuente: EMAT, 2022.

3.1.2. Barrido de Vías

Las formas de barrido dependen de las herramientas y de los equipos utilizados por los trabajadores encargados de esta área, en cuanto a EMAT el tipo de barrido aplicado es el manual, método recomendable en calles y avenidas cuyo tráfico no sea intenso, y calles angostas con topografía accidentada y en plazas o espacios públicos.

El barrido de avenidas y calles en la ciudad de Tarija por parte de EMAT se divide por en tres macrorutas o zonas y estas en varias microrutas de acuerdo a la información recopilada que se encuentra en los ANEXOS A, las cuales se detallan a continuación:

TABLA III- 5 Macrorutas y microrutas de barrido

N°	Macroruta	Microrutas Turno Madrugada	Microrutas Turno Día	Microrutas Totales
1	Zona Avenidas	31	52	83
2	Zona Centro	27	48	75
3	Zona Norte	38	44	82
		96	144	240

Fuente: EMAT

El barrido de microrutas se realiza en dos turnos: turno madrugada de 2 a.m. a 6 a.m. y turno día de 6 a.m. a 9 a.m. Para cada zona se tiene designado un respectivo inspector, que es la persona que realiza el control y verificación de las rutas barridas. Las frecuencias de barrido actual varia desde una vez a la semana hasta 6 veces.

3.1.2.1. Barrido y limpieza Zona Avenidas

Dentro de la Zona Avenidas se identificaron 83 rutas de barrido de las cuales 31 pertenecen al turno madrugada y 52 al turno de día, a continuación, se muestra una

tabla del número de rutas por turno y la longitud promedio de barrido dentro de la Zona Avenidas, los mismos que se encuentran descritos por código de ruta, personal de barrido por ruta, inspector de la zona, el turno, la frecuencia, longitud de la ruta y una breve descripción de la ruta dentro del ANEXO A.1.

TABLA III- 6 Microrutas de Barrido Zona Avenidas

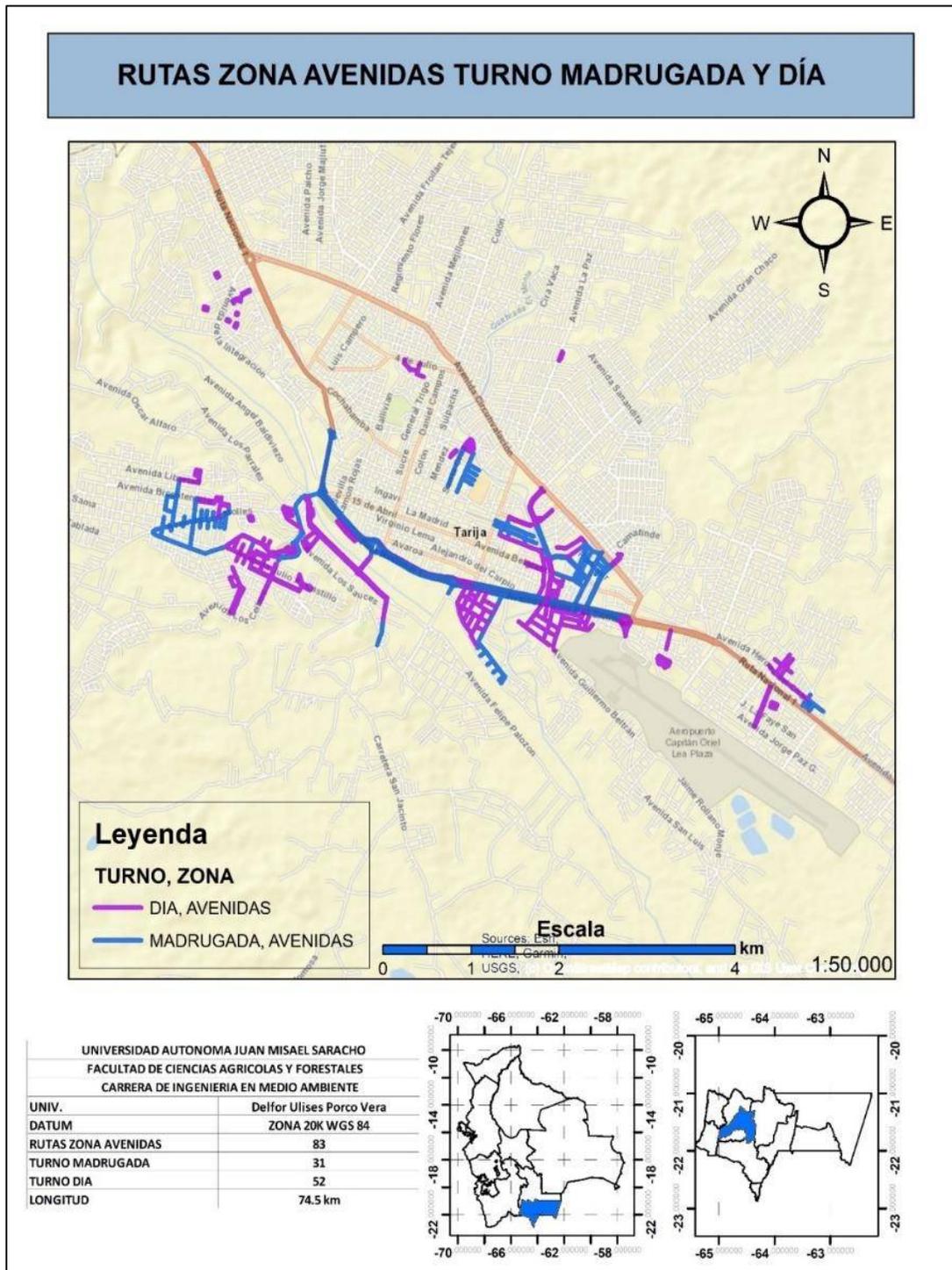
Turno	N° de Microrutas	Long. de barrido (km)	Long. Máx. de barrido (km)	Long. promedio de barrido (km)
Madrugada	31	0,4	2,4	1,1
Día	52	0,1	1,7	0,7

Fuente: EMAT.

En la tabla ... se observa que existe una gran variación en la longitud de barrido, siendo esto de mucha preocupación, debido a que refleja que no existe una distribución homogénea de las rutas de barrido, algo que afectara considerablemente en la cobertura y la eficiencia del servicio.

A continuación, se presenta un mapa de las microrutas de barrido de la zona avenida, elaborado en base a la información del ANEXO A.1, representa la distribución de las microrutas dentro de la ciudad de Tarija.

Fig. III- 2 Mapa de las Microrutas Zona Avenidas Turno Madrugada y Día



Fuente: EMAT

3.1.2.2. Barrido y limpieza Zona Centro

Dentro de la Zona Centro se identificaron 75 rutas de barrido de las cuales 27 pertenecen al turno madrugada y 48 al turno de día, a continuación, se muestra una tabla del número de rutas por turnos y la longitud promedio de barrido dentro de la Zona Centro, los mismos que se encuentran descritos por código de ruta, personal de barrido por ruta, inspector de la zona, el turno, la frecuencia, longitud de la ruta y una breve descripción de la ruta dentro del A.2.

TABLA II- 5 Microrutas de Barrido Zona Centro

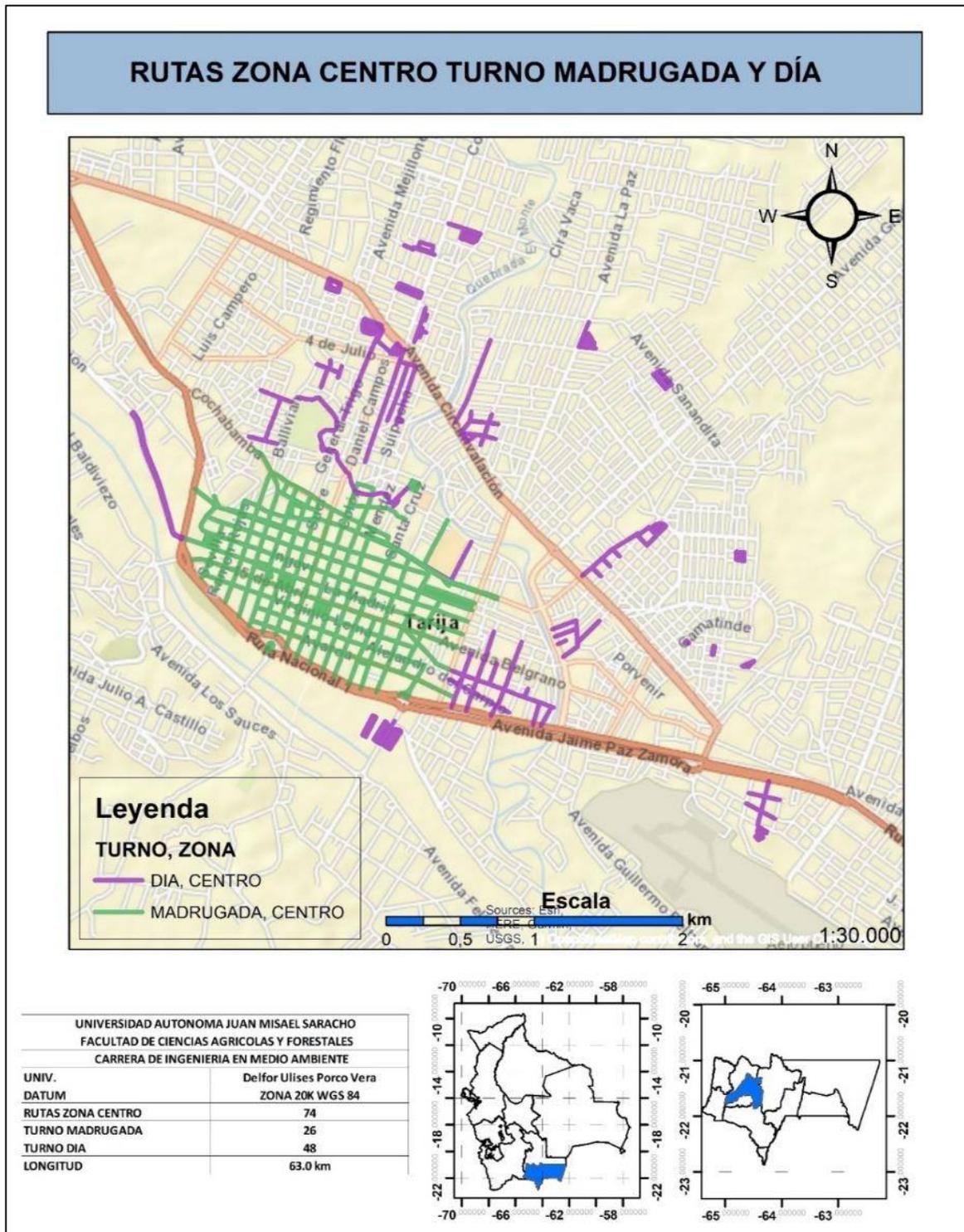
Turno	N° de Microrutas	Long. de barrido (km)	Long. Máx. de barrido (km)	Long. promedio de barrido (km)
Madrugada	27	1,1	1,8	1,5
Día	48	0,1	1,1	0,5

Fuente: EMAT.

En la tabla ... también se observa que existe una gran variación en la longitud de barrido, siendo esto de mucha preocupación, debido a que refleja que no existe una distribución homogénea de las rutas de barrido, algo que afectara considerablemente en la cobertura y la eficiencia del servicio.

A continuación, se presenta un mapa de las microrutas de barrido de la zona centro elaborado en base a la información del ANEXO A.2, que representa la distribución de las microrutas dentro de la ciudad de Tarija.

Fig. III- 3 Mapa de las Microrutas Zona Centro Turno Madrugada y Día



Fuente: EMAT

3.1.2.3. Barrido y limpieza Zona Norte

Dentro de la Zona Norte se identificaron 82 rutas de barrido de las cuales 38 pertenecen al turno madrugada y 44 al turno de día, a continuación, se muestra una tabla del número de rutas por turnos y la longitud promedio de barrido dentro de la Zona Centro, los mismos que se encuentran descritos por código de ruta, personal de barrido por ruta, inspector de la zona, el turno, la frecuencia, longitud de la ruta y una breve descripción de la ruta dentro del A.3.

TABLA III- 7 Microrutas de Barrido Zona Norte

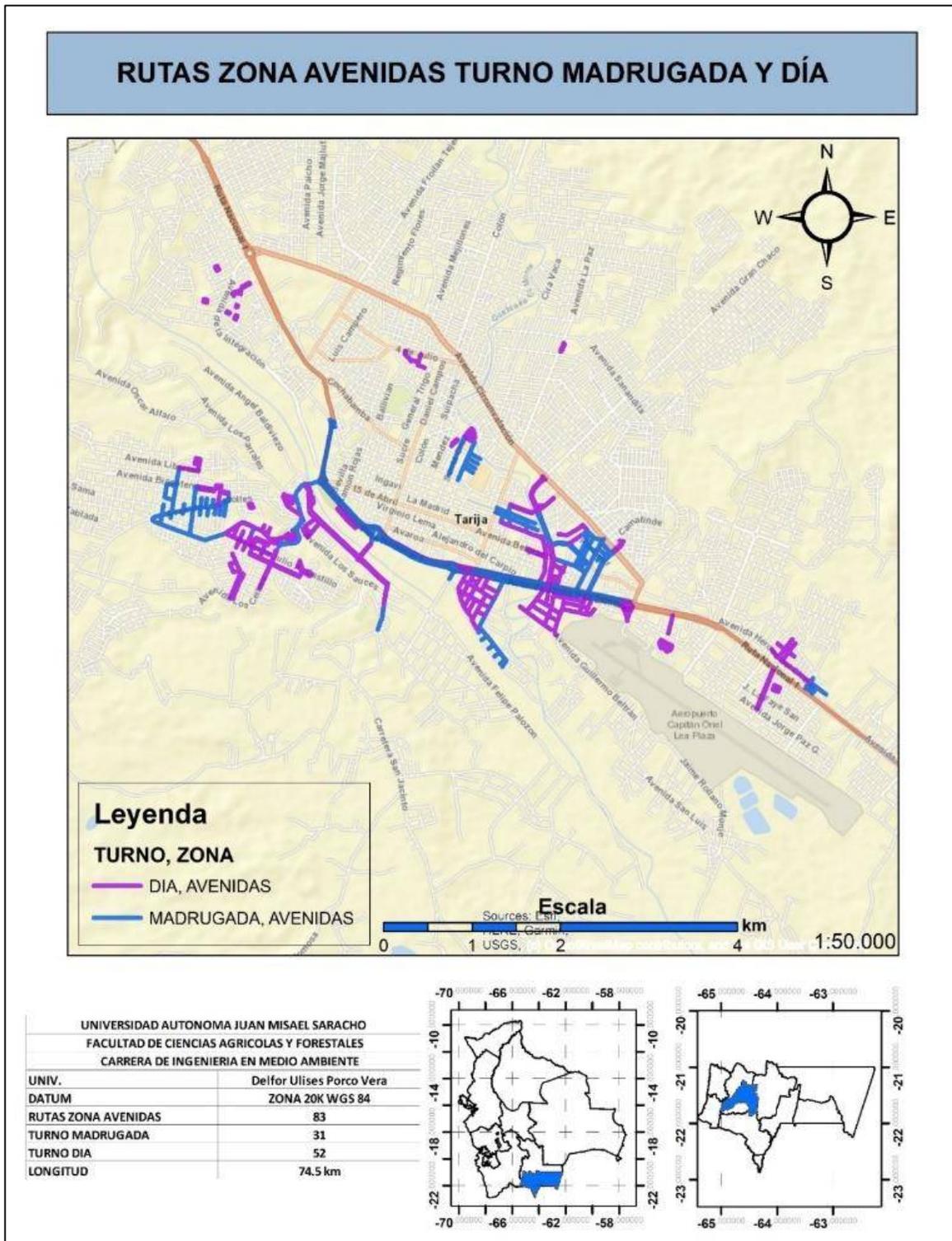
Turno	N° de Rutas	Long. de barrido (km)	Long. Máx. de barrido (km)	Long. promedio de barrido (km)
Madrugada	38	0,2	2,4	1,0
Día	44	0,1	1,6	0,6

Fuente: EMAT.

En esta tabla también se observa que existe una gran variación en la longitud de barrido, siendo esto de mucha preocupación, debido a que refleja que no existe una distribución homogénea de las rutas de barrido, algo que afectara considerablemente en la cobertura y la eficiencia del servicio.

A continuación, se presenta un mapa de las microrutas de barrido de la zona norte elaborado en base a la información del ANEXOS A.3, que representa la distribución de las microrutas dentro de la ciudad de Tarija.

Fig. III- 4 Mapa de las Microrutas Zona Avenidas Turno Madrugada y Día



Fuente: EMAT, 2022.

3.1.3. Limpieza de Áreas Públicas

Las áreas públicas barridas y limpiadas por EMAT están conformadas por: plazas, mercados, ferias, parques y en algunos casos estadios, coliseos, canchas, áridos de las calles y las riberas de los ríos, siendo los últimos acordes a solicitud presentada y evaluada.

3.1.3.1. Limpieza de Plazas y Parques

A continuación, se presenta un listado de las cuales 55 son plazas y 11 parques registrados que encuentran dentro de lo que cubre el servicio de barrido y limpieza de EMAT que en total suman 66 áreas públicas, información obtenida del ANEXO A.

TABLA III- 8 Limpieza de Plazas y Parques

N°	Plaza/ parque	N°	Plaza/ parque
1	Plaza Luis de Fuentes y Vargas	34	Plaza Bombonera
2	Plaza Sucre	35	Plaza Jesús de Nazaret
3	Plaza Lizardi	36	Plaza Abdón rivera
4	Plaza Murillo	37	Plaza Defensores del Chaco
5	Plaza Narciso Campero	38	Plaza
6	Parque Bolívar	39	Plaza Apóstoles
7	Plaza la Madrid (minero)	40	Plaza
8	Plaza San Roque	41	Plaza Jerusalén
9	Plaza del Cementerio	42	Plaza Mirador Barrio Libertad
10	Parque Tobogán Oscar Zamora	43	Plaza Nazaria Ignacia
11	Plaza Eduardo Abaroa	44	Plaza Carlos Wagner
12	Plaza Güemes	45	Plaza la Cordobesa

13	Plaza San José	46	Plaza Mirador la Loma de San Juan
14	Plaza Palmarcito	47	Plaza Eduardo Farfán Mealla
15	Plaza José María Avilés	48	Plaza Fuente de los Deseos
16	Plaza Bartolomé Attard	49	Parque la Costanera
17	Plaza Fray Quebracho	50	Parque Escenario Municipal
18	Plaza San Jerónimo	51	Parque Temático
19	Parque de los Héroes	52	Plaza Mirador Héroes de la Independencia
20	Parque Infantil Juan Pablo II	53	Parque Laberinto
21	Plaza Valdiviezo	54	Plaza
22	Plaza Rosedal	55	Plaza de Méndez Arcos
23	Plaza del Periodista	56	Plaza Oscar Montes
24	Parque Biosaludable	57	Plaza Argentina
25	Plaza Moto Méndez II	58	Plaza San Jorge I
26	Plaza Camatinde	59	Plaza 2 de mayo
27	Plaza Gral. Mitre	60	Parque Éxodo Jujeño
28	Plaza Barrio Constructor	61	Plaza el Mástil
29	Plaza Gral. Araoz de la Madrid	62	Plaza del Barney
30	Plaza San Bernardo	63	Parque Bombonera
31	Plaza Lourdes	64	Plaza Gral. Brown
32	Plaza los Lobos	65	Plaza el Piloto
33	Plaza el Chaqueño	66	Plaza Virrey de Toledo

Fuente: EMAT, 2022.

3.1.3.2. Limpieza de las Zonas Comerciales de los Mercados

En cuanto a la limpieza de las zonas comerciales, como los que se encuentran alrededor de los mercados de la ciudad de Tarija, el servicio de barrido y limpieza se realiza en todas las calles comerciales que se encuentran alrededor de los mercados y no dentro de ellos, en donde todos los días se observa que la generación de residuos es muy alta. A continuación, se presenta un listado de zonas comerciales que se encuentran dentro del servicio de barrido y limpieza, su frecuencia y los turno en los cuales se realiza, información obtenida del ANEXO A.

TABLA III- 9 Limpieza de Mercados

Nº	Zonas Comerciales	Zona	Frecuencia	Turno
1	Mercado Central	Centro	Lunes y sábado	Madrugada
2	Mercado Fátima	Avenidas	Lunes a sábado	Madrugada
3	Mercado la Loma	Norte	Lunes a sábado	Madrugada
4	Mercado Campesino	Norte	Lunes a sábado	Madrugada
5	Mercado el Dorado	Norte	Lunes a sábado	Madrugada
6	Mercado Abaroa	Norte	Lunes a viernes	Día
7	Mercado Lourdes	Centro	Lunes y viernes	Día
8	Mercado Abasto del Sur	Avenidas	Lunes a sábado	Madrugada
9	Mercado San Jerónimo	Avenidas	Lunes, miércoles y viernes	Día

Fuente: EMAT, 2022.

3.1.3.3.Limpieza de Ferias

Dentro de otras áreas públicas que cubre el servicio de barrido y limpieza se encuentran las ferias comerciales que son realizadas en la ciudad de Tarija, siendo estas 11, A continuación se muestra un listado de las ferias que se encuentran dentro del servicio

de barrido y limpieza, del número de personal designado para cada feria, la frecuencia de barrido, el turno en el cual se realiza el servicio y el momento en el cual se realiza la limpieza, que en algunos casos se la realiza un día antes de la feria, como también durante la feria y en otros casos solo al finalizar las mismas, información obtenida durante el desarrollo del trabajo.

TABLA III- 10 Limpieza de Ferias

N°	Personal	Feria	Frecuencia	Turno	Observaciones
1	2	Lourdes	Sáb	Día	Limpieza después de la feria
2	2	Villa Abaroa	Jue	Día	Limpieza después de la feria
3	7	San Bernardo	Vie	Día	Limpieza después de la feria
4	5	Gamoneda	Dom	Nocturno	Limpieza después de la feria
5	4	Constructor	Mar	Nocturno	Limpieza después de la feria
	3	Constructor	Sáb	Nocturno	Limpieza después de la feria
6	6	Víbora Negra	Vie	Día	Limpieza antes de la feria
	2	Víbora Negra	Dom	Día	Limpieza durante la feria
	7	Víbora Negra	Lun	Día	Limpieza después de la feria
7	8	Villa Fátima	Sáb	Nocturno	Limpieza después de la feria
8	4	Senac	Mie	Madrugada	Limpieza después de la feria

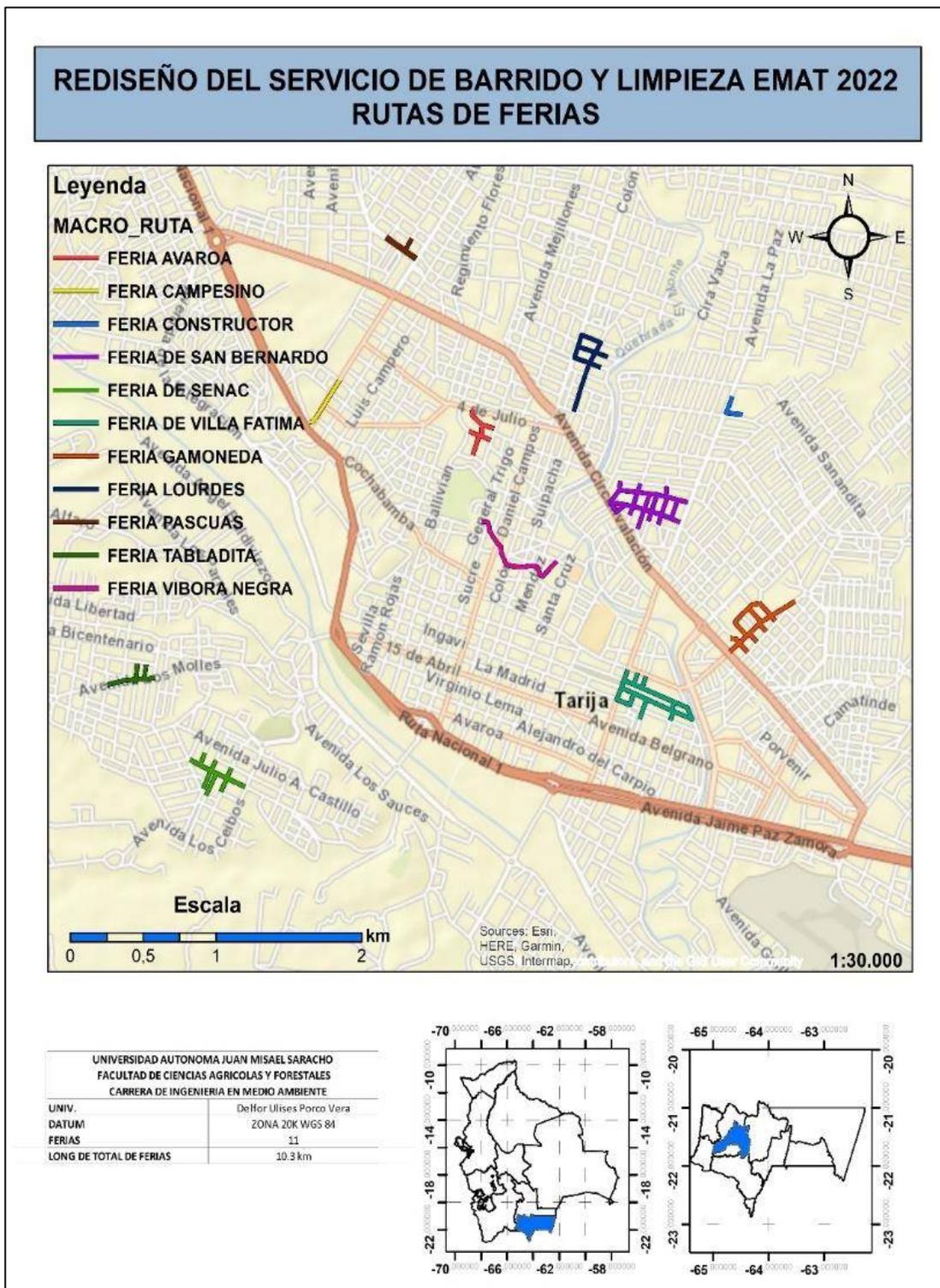
9	2	Tabladita	Sáb	Nocturno	Limpieza durante la feria
	2	Tabladita	Dom	Nocturno	Limpieza después de la feria
10	1	Las Pascuas	Vie	Nocturno	Limpieza después de la feria
11	1	Campesino	Dom	Nocturno	Limpieza después de la feria

Fuente: EMAT.

Para la limpieza de las ferias en los días hábiles el personal es designado del grupo de emergencia, a excepción en algunos casos en los cuales se encuentra como ruta de barrido y para las ferias de sábados y domingo el personal es designado de acuerdo a rol tomando en cuenta el tipo de contrato que tienen. Para la limpieza de las ferias de los días sábados y domingo es necesario 25 barrenderos que deban cumplir 4 horas laborales, los mismo son designados de acuerdo a rol, por parte de los inspectores.

A continuación, se presenta un mapa de las rutas de barrido de las ferias comerciales de los mercados, en las cuales se puede observar las calles que son barridas, mapa elaborado en base a la información recopilada durante el desarrollo del trabajo.

Fig. III- 5 Rutas de Limpieza de Ferias EMAT



Fuente: EMAT, 2022

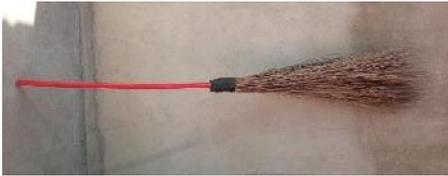
3.2. Elementos y Componentes de Barrido y Limpieza

Entre los elementos y componente del servicio de barrido se encuentran las herramientas usadas para el barrido manual, la limpieza mecánica y la indumentaria usada por el personal de barrido y limpieza.

3.2.1. Herramientas de barrido manual

De acuerdo al estudio realizado dentro del servicio de barrido y limpieza de EMAT, se identificó el uso de las siguientes herramientas de barrido manual:

TABLA III- 11 Herramientas de Barrido y Limpieza EMAT

Herramientas básicas de Limpieza y Barrido	
<p>Escobillón de Chilca</p> 	<p>Gancho</p> 
<p>Recogedor</p> 	<p>Escoba de paja y plástica</p> 
<p>Saquillos</p>	<p>Trapeador</p>

	
<p style="text-align: center;">Picota</p> 	<p style="text-align: center;">Pala</p> 
<p style="text-align: center;">Carrito</p> 	<p style="text-align: center;">Rastrillo</p> 

Fuente: EMAT, 2022

3.2.2. Limpieza Mecánica

Para el servicio de barrido y limpieza dentro de EMAT se cuenta con 1 Cisterna para el lavado de calles y plaza, los mismos que son atendidos de acuerdo a solicitud, también cuenta con 1 barredor mecánico que actualmente se encuentra fuera de servicio, también cuenta con 4 motocarros de las cuales 2 motocarros son a mecánicos y 2 eléctricos, actualmente 1 motocarro mecánico y los 2 eléctricos se encuentra fuera de servicio.

El motocarro que se encuentra en servicio es usado por los inspectores para la recolección de los residuos que se generan en el barrido de vías, estos son recogidos en el transcurso del control que realizan los inspectores a todas las barrenderas.

TABLA III- 12 Equipos de Barrido y Limpieza Mecánica

Equipos de barrido Mecánico	
Cisterna	Barredora
	
Motocarro a gasolina	Motocarro eléctrico
	

Fuente: EMAT, 2022.

3.2.3. Indumentaria del Personal

El personal de barrido de EMAT es el componente esencial y primordial del servicio de limpieza y barrido, ya que es la portada de presentación de nuestro servicio, por lo cual con una correcta organización y distribución de nuestros barrenderos se puede

obtener un servicio eficiente. Dichos barrenderos deben de contar con equipo de protección personal, seguridad e higiene industrial, salud ocupacional y ergonómicos necesarios, de tal manera que la dotación de indumentaria y equipos de protección personal para el personal de barrido corresponde al siguiente listado:

TABLA III- 13 Dotación de Indumentaria, Herramientas y EPP'S

Indumentaria	Número de Dotación
Camisa y Pantalón	2 veces al año
Chamarra de invierno	1 vez al año
Chaleco reflectivo	1 vez al año
Impermeable	1 vez al año
Gorra y sombrero	1 vez al año
Guantes de látex	24 pares al mes
Guantes de lana	1 par al mes
Barbijos	48 unidades al mes
Bota de punta de acero	2 pares al año
Bota de agua	1 vez al año
Herramientas para barrido de vías pavimentadas y lavado	Número de dotación

Escoba de Chilca	2 veces al mes en un segundo turno se hace la recolección de material para armar las escobas, donde cada barrendera fabrica su propio material.
Basurero	1 vez cada dos meses
Carrito	2 veces al año
Herramientas para barrido de vías pavimentadas y lavado	Número de dotación
Escobas de mano	Almacén
Trapeador	Almacén
Rastrillos	Almacén
Gancho	Almacén
Herramientas para limpieza de áridos	Número de dotación
Pala	Almacén
Picota	Almacén

Fuente: EMAT, 2022.

A continuación, se presenta imágenes de la indumentaria y equipos de protección personal que maneja el personal del servicio de barrido y limpieza de EMAT.

TABLA III- 14 Indumentaria y equipos de protección personal

Indumentaria y equipos de protección personal	
<p>Overol, ropa de agua y chaleco</p> 	<p>Guantes</p> 
<p>Sombrero de ala ancha</p> 	<p>Botas de punta metálica y de agua</p> 
<p>Mascarillas o barbijos</p> 	

Fuente: EMAT, 2022.

3.3.Eficiencia y Cobertura Actual del Servicio de Barrido y Limpieza de la Entidad Municipal de Aseo de Tarija

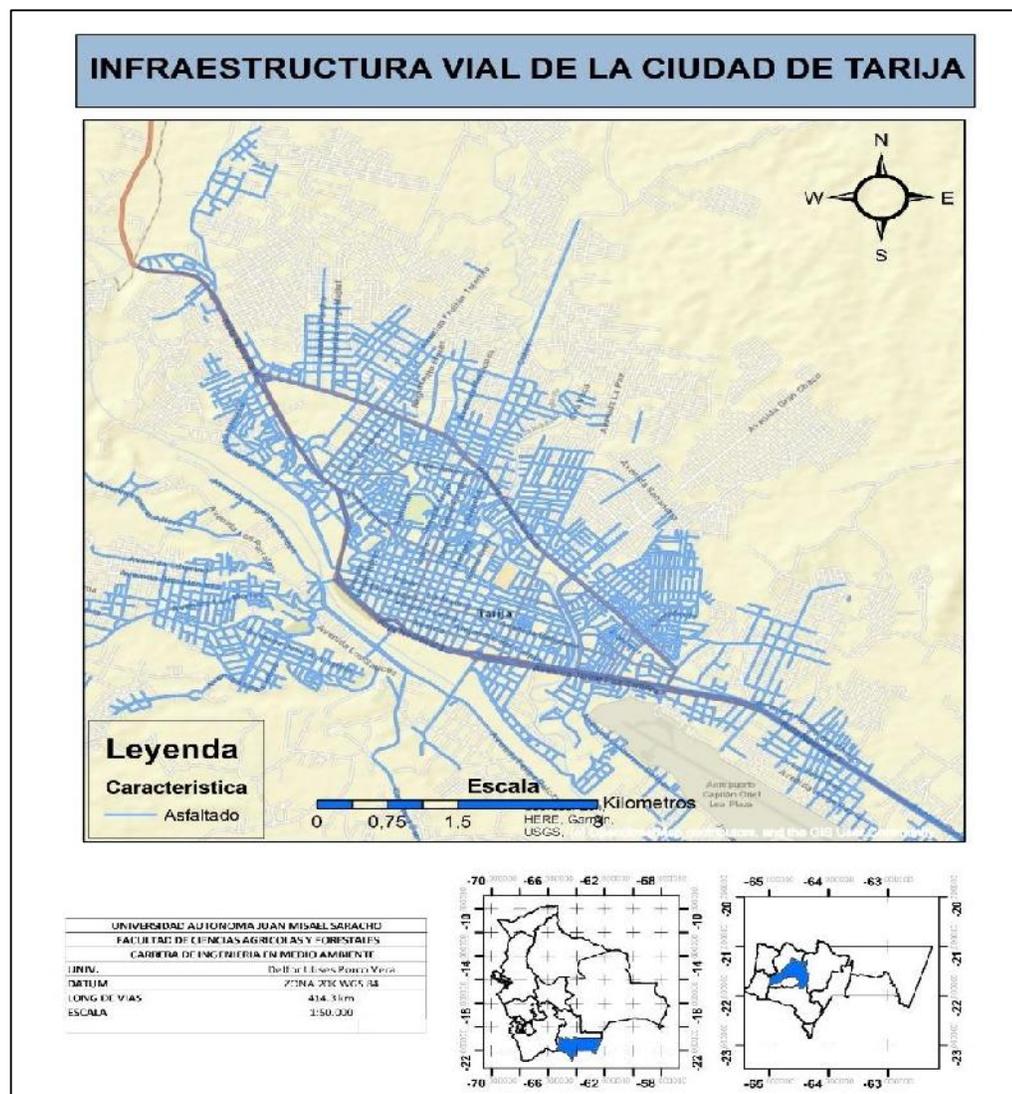
3.3.1. Infraestructura Vial de la Ciudad de Tarija.

En cuanto a la infraestructura vial, esta se refiere a todas vías de circulación de los vehículos, tales como avenidas y calles, las cuales se podrían encontrar pavimentadas o no; una de las variables para el cálculo de la cobertura actual del servicio de barrido

y limpieza de la ciudad de Tarija es conocer la longitud total de vías pavimentadas (GDSAU, 2018).

A continuación, se presenta un mapa donde se muestra la infraestructura vías de la ciudad de Tarija sumando un total de 414.3 kilómetros en lo que se refiere a las vías pavimentadas, mapa elaborado y ajustado en base a la información recopilada durante el desarrollo del trabajo, en donde el color azul representa las avenidas y calles pavimentadas de la ciudad de Tarija.

Fig. III- 6 Mapa de la Infraestructura Vial de la Ciudad de Tarija



Fuente: EMAT, 2022.

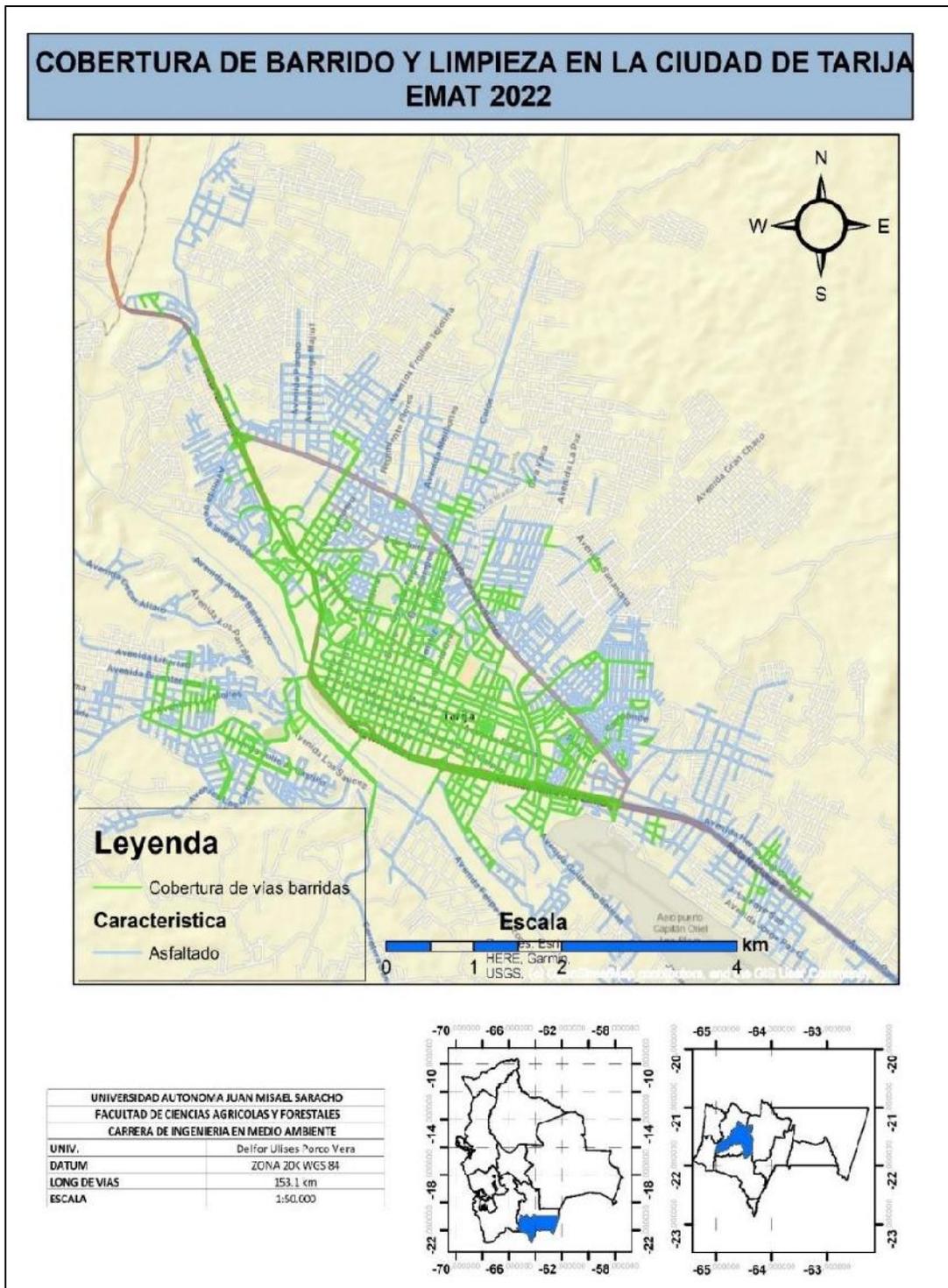
3.3.2. Longitud de Vías Barridas

Como actividad principal tenemos la recolección manual de residuos sólidos depositados en la vía pública por parte del personal de barrido, que tiene como objetivos minimizar riesgos a la salud pública, mantener limpia la ciudad, prevenir inundaciones y desbordamientos de ríos y cursos de agua.

De tal manera que otra variable muy importante para el cálculo de la cobertura del servicio de barrido y limpieza viene siendo la longitud de vías pavimentadas barridas expresada en kilómetros, sumando estas un total de 153.1 kilómetros,

A continuación, se presenta un mapa donde se muestra la longitud de vías pavimentadas barridas en la ciudad de Tarija, mapa elaborado en base a la información recopilada del ANEXO A, durante el desarrollo del trabajo, en donde, el color verde representa las avenidas y calles pavimentadas barridas por EMAT.

Fig. III- 7 Mapa de la Cobertura de Barrido y Limpieza en la Ciudad de Tarija EMAT 2022



Fuente: EMAT, 2022

3.3.3. Cobertura del Servicio de Barrido de Calles

La cobertura actual del servicio de barrido según GDSAU, refleja el área total que es cubierta, indicador se calculó en porcentaje, que es el cociente de la longitud de vías (avenidas y calles) pavimentadas atendidas con barrido y aseo urbano entre la longitud total de vías pavimentadas del municipio, quedando de la siguiente manera:

$$CBM = \frac{LVPB}{LTVP} \times 100\%$$

En donde:

CBM = Cobertura de barrido manual (%).

LVPB = Longitud de vías pavimentadas barridas (km).

LTVP = Longitud total de vías pavimentadas (km).

TABLA III- 15 Rango aceptable de la cobertura de barrido

Rango aceptable	85 – 100 % de cobertura de barrido manual de vías pavimentadas.
-----------------	---

Fuente: (GDSAU, 2018)

Datos obtenidos:

LVPB = 153.1 km.

LTVP = 414.3 km.

Remplazando los datos obtenemos lo siguiente:

$$CBM = \frac{LVPB}{LTVP} \times 100\%$$

$$CBM = \frac{153.1 \text{ km}}{414.3 \text{ km}} \times 100\%$$

$$CBM = 37\%$$

Dando como resultado, que la Cobertura actual de Barrido es del 37% estando fuera del rancho aceptable según la GDSAU.

3.3.4. Eficiencia del Personal de Barrido

La Eficiencia del personal de barrido se obtuvo aplicando el siguiente indicador:

$$EPB = \frac{LTBJ}{TE}$$

En donde:

EPB = Eficiencia del personal en barrido manual (km/empleador).

LTBJ = Longitud total barrida por jornada entre todos los barrenderos (km).

TE = Total de empleados.

A continuación, se presenta una tabla del rango aceptable a nivel nacional de indicador EPB.

TABLA III- 16 Rango aceptable de la Eficiencia del personal de barrido

Rango aceptable	1500 – 2500 km/barrendero.
-----------------	----------------------------

Fuente: (GDSAU, 2018)

3.3.4.1. Longitud de Total Barrida en el Primer y Segundo Turno Durante la Jornada Laboral

A continuación, se presentan una tabla de la longitud total de vías barridas por día en el turno madrugada y turno día en kilómetros, información obtenida de la base de datos del ANEXO A generada durante el desarrollo del trabajo.

TABLA III- 17 Longitud de vías barridas turno madrugada y día en (km)

Turno	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Prom
Madrugada	99.9	94.0	96.3	95.3	98.0	96.5	96.7
Día	41.9	37.1	41.3	41.4	50.7	-	42.5

Total	141.8	131.1	137.6	136.7	148.7	-	139.2
-------	-------	-------	-------	-------	-------	---	--------------

Fuente: EMAT, 2022

En esta tabla se observa que existe una gran variación en la longitud de las rutas del primer turno y segundo turno, debido a que, de acuerdo a la base de datos obtenida, se identifica dentro del segundo turno no existe una adecuada distribución de las rutas de barrido, haciendo que esto baje considerablemente la longitud sus rutas, afectando mucho a la eficiencia del personal de barrido.

3.3.5. Número de Personal del Barrido de las Rutas en el Primer y Segundo Turno

A continuación, se presentan una tabla del número de personal de barrido de las rutas en el primer y segundo turno, información obtenida de la base de datos de los ANEXOS A, B y C generada durante el desarrollo del trabajo.

TABLA III- 18 Número de rutas barridas en el turno madrugada y día

Turno	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Prom
Madrugada	78	78	78	78	78	78	78
Día	61	51	55	54	62	-	57

Fuente: EMAT, 2022

En esta tabla se observa que existe una gran variación entre el número de personal de barrido distribuidos en el primer y segundo turno, debido a que, de acuerdo a la base de datos obtenida, se identifica dentro del segundo turno no existe una adecuada distribución del personal de barrido, haciendo que esto afecte considerablemente la eficiencia del personal de barrido.

3.3.6. Cálculo de la Eficiencia del Personal de Barrido

Cálculo de la Eficiencia del personal de barrido en el primer turno y segundo turno:

- a. Eficiencia del personal de barrido en el primer turno.

En donde

EPB = Eficiencia del personal en barrido manual (km/empleador).

LTBJ = 96.7 km.

TE = 78 empleados

$$EPB_1 = \frac{96.7 \text{ km.}}{78 \text{ empleados}}$$

$$EPB_1 = 1.24 \text{ km./empleador}$$

- b. Eficiencia del personal de barrido en el segundo turno.

En donde

EPB = Eficiencia del personal en barrido manual (km./empleador).

LTBJ = 42.5 km.

TE = 57 empleados

$$EPB_2 = \frac{42.5 \text{ km.}}{57 \text{ empleados}}$$

$$EPB_2 = 0.75 \text{ km./empleador}$$

Cálculo de la eficiencia del personal de barrido en los dos turnos:

$$EPB = EPB_1 + EPB_2$$

$$EPB = (1.2 + 0.7) \text{ km./empleador}$$

$$EPB = 1.9 \text{ km./empleador}$$

A continuación, se presenta una tabla del rango aceptable a nivel nacional de indicador EPB.

TABLA III- 19 Rango aceptable de las Eficiencia del Personal de Barrido

Rango aceptable	1500 – 2500 km. / barrendero.
-----------------	-------------------------------

Fuente: (GDSAU, 2018)

Encontrándose dentro del rango aceptable a nivel nacional, pero dato que refleja que no existe una adecuada distribución de rutas y del personal de barrido entre los primeros y segundos turnos, haciendo que el rendimiento sea muy bajo, pudiendo este mejorar.

A continuación, se muestra un mapa elaborado a partir de la base de datos del ANEXO A, en el que se muestra el área barrida durante la semana del primer y segundo turno.

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



**PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SERVICIO DE
BARRIDO Y LIMPIEZA A CARGO DE LA ENTIDAD
MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA**

Por:

DELFOR ULISES PORCO VERA

GESTIÓN: 2022

ENTRE RÍOS-TARIJA-BOLIVIA

3.4. PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA A CARGO DE LA ENTIDAD MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA

3.4.2. Introducción

Una vez ya elaborados los estudios preliminares, justificados y definidos el alcance del servicio de barrido y limpieza, se procederá con el diseño del mismo; aclarándose que el diseño puede realizarse en áreas antes no cubiertas; la extensión de un sistema existente; o la ampliación de un sistema existente.

Resaltándose que en este caso se trabajó en la ampliación del servicio actual, por lo tanto, en el siguiente diseño del servicio de barrido y limpieza se consideró los siguientes factores:

- Aumento de la cobertura del servicio de barrido y limpieza.
- Continuidad del servicio.
- Aumento del rendimiento del personal de barrido y limpieza.
- Se determine los materiales y EPP necesario aplicar el siguiente diseño.
- Los horarios y frecuencias de barrido según la afluencia vehicular y peatonal.
- Se determine el número de macrorutas y microrutas de barrido recomendables para EMAT aprovechando los recursos económicos y humanos con los que cuenta en la actualidad.

De acuerdo con lo anterior, el diseño de cualquier componente de un sistema de aseo urbano debe buscar la minimización de los costos de construcción, operación y mantenimiento para la alternativa seleccionada; por lo tanto, a continuación, empezaremos a detallar las características, metodologías de cálculo, parámetros y criterios para el diseño y dimensionamiento de cada componente de un SAU.

3.4.3. Objetivos

- Diseñar un servicio de barrido y limpieza minimizando costos de operación y aprovechando los recursos disponibles de una forma eficiente.

- Minimizar riesgos en la salud pública, ya que los residuos sólidos pueden llegar a afectar al ser humano.
- Prevenir inundaciones y desbordamientos de ríos y cursos de agua, ya que la acumulación de residuos puede obstruir el alcantarillado y el drenaje del agua pluvial, ocasionando inundaciones en algunos sectores de los municipios.
- Mantener limpia la ciudad por razones de estética paisajísticas, ya que a nadie le gusta vivir en un municipio con un aspecto visualmente no agradable.
- Evitar maniobras peligrosas en el tránsito de los vehículos, y riesgos de accidentes para los peatones.

3.4.4. Justificación

Un servicio de barrido y limpieza es una actividad muy importante en la gestión de los residuos sólidos, siendo la encargada de limpiar las vías públicas y dejarla libres de todo tipo de residuos sólidos esparcidos o acumulados, dado que la presencia de estos llega a afectar la calidad de vida de las personas de una ciudad.

Es importante contar con un servicio de barrido y limpieza que sea óptimo y se adecue a las posibilidades económicas y recursos disponibles con los de la entidad encargada.

3.4.5. Diseño del servicio de barrido y limpieza

3.4.6. Cálculo del número de barrenderos óptimo de acuerdo al personal disponible

Para el cálculo del número barrenderos según la (GDSAU, 2018), se utilizó el siguiente indicador:

$$Nro. de Barrenderos = \frac{Mano de obra directa}{F1 \times F2}$$

En donde:

Nro. De Barrenderos = Es el personal que tendrán rutas de barrido.

Mano de obra directa = Es la cantidad total del personal disponible para el área de barrido y limpieza.

F1 = Es el factor de un 10%, debido a que nunca va a existir una distribución ideal de los barrenderos por zona o vías a barrerse, tomando este factor el valor de 1,1 en la fórmula.

F2 = Es otro factor de un 20%, debido a la alta falta y ausentismo de este tipo de personal que se presenta a nivel nacional y latinoamericano, tomando este factor el valor de 1,2 en la fórmula.

De acuerdo a los siguientes datos obtenidos en el diagnóstico se tiene que el número de barrenderos con los que cuenta el servicio de barrido es de 92 personas.

$$Nro\ de\ barrenderos = \frac{Mano\ de\ obra\ directa}{F1 \times F2}$$

$$Nro\ de\ barrenderos = \frac{92}{1.1 \times 1.2}$$

$$Nro\ de\ barrenderos = 70$$

EMAT cuenta con una mano de obra directa de 92 barrenderos para el área de barrido y limpieza, y de acuerdo a la fórmula aplicada el número promedio de barrenderos óptimo para el barrido manual de vías pavimentadas es de 70 personas por jornada laboral, quedando un grupo promedio de 22 barrenderos disponibles en caso de emergencia, servirán para cubrir faltas, limpieza de campañas y limpieza de ferias o lo que disponga el encargado del área.

3.4.7. Zonas a barrerse

Se tiene previsto cubrir el área urbana de la ciudad de Tarija priorizando las siguientes áreas:

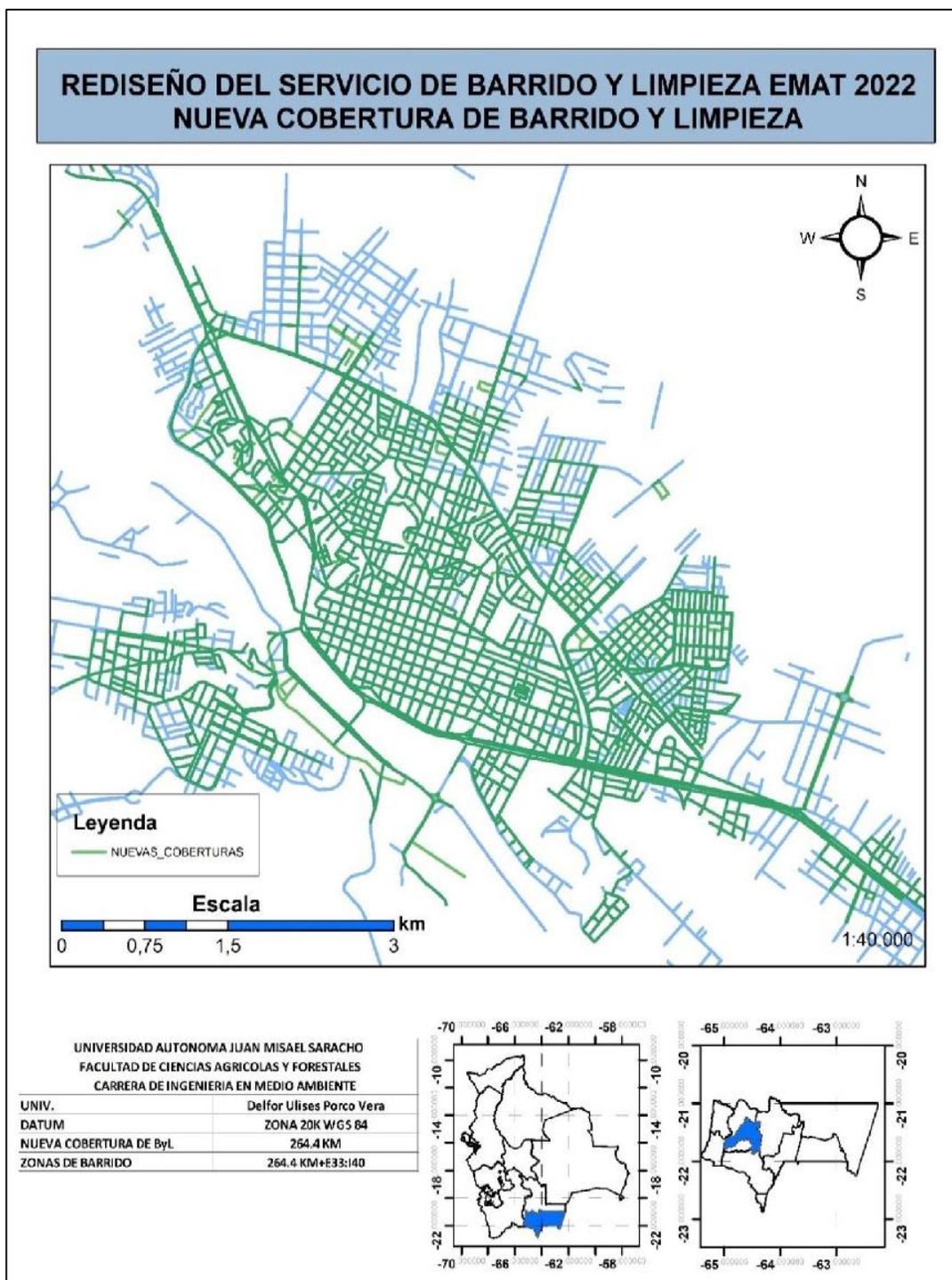
- El sector comercial: vías del centro histórico, plazas principales, mercados.
- Sectores residenciales.

- Ferias, parques (áreas verdes), canchas y otros sectores como ser microbasurales, que deben ser atendidos de acuerdo a solicitud.

Resaltándose que la cobertura de limpieza y barrido debe proyectarse a abarcar el 100% del área urbana, tratando de aprovechar lo más alto posible los recursos económicos y humanos con los que cuenta el área de barrido y limpieza de EMAT.

De acuerdo al estudio realizado durante el diagnóstico se definió las zonas a cubrir con el servicio de barrido y limpieza, a continuación, se presenta un mapa elaborado con ARCGIS del área que se pretende cubrir con el rediseño del servicio, tomando en cuenta las consideraciones antes expuestas.

Fig. III- 9 Mapa de la cobertura que se pretende cubrir con el rediseño del servicio de barrido y limpieza



Fuente: Elaboración propia.

siendo estas 11 zonas, esto en coordinación y respaldo de los inspectores de barrido, encargado del área, técnicos y gerencia de EMAT.

3.4.8. Selección del método de barrido

3.4.8.1. Barrido por Ruta Fija

El método de barrido por ruta fija es manual consiste en asignar un circuito a un barrendero; se pueden seguir dos métodos: el de asignación de calles o el de asignación de manzanos (a ser desarrollados en el acápite de rutas).

Llegando a ser este método el más factible para la ciudad de Tarija, siendo el barrido manual el sistema principal de barrido especialmente en países de desarrollo como los de Latinoamérica, debido al alto contenido de beneficio social que presenta en lo que se refiere al empleo de mano de obra no calificada, (GDSAU, 2018).

3.4.9. Diseño de Rutas

Para el diseño de las nuevas rutas, de acuerdo al estudio realizado se utilizó el método heurístico (sentido común), teniendo en cuenta que el rendimiento de barrido varía dependiendo de la zona en la que se encuentre, siendo este menos en zonas de mercados y avenidas principales a comparación de las calles del centro de la ciudad y de sus alrededores, se diseñaron macrorutas y microrutas de barrido.

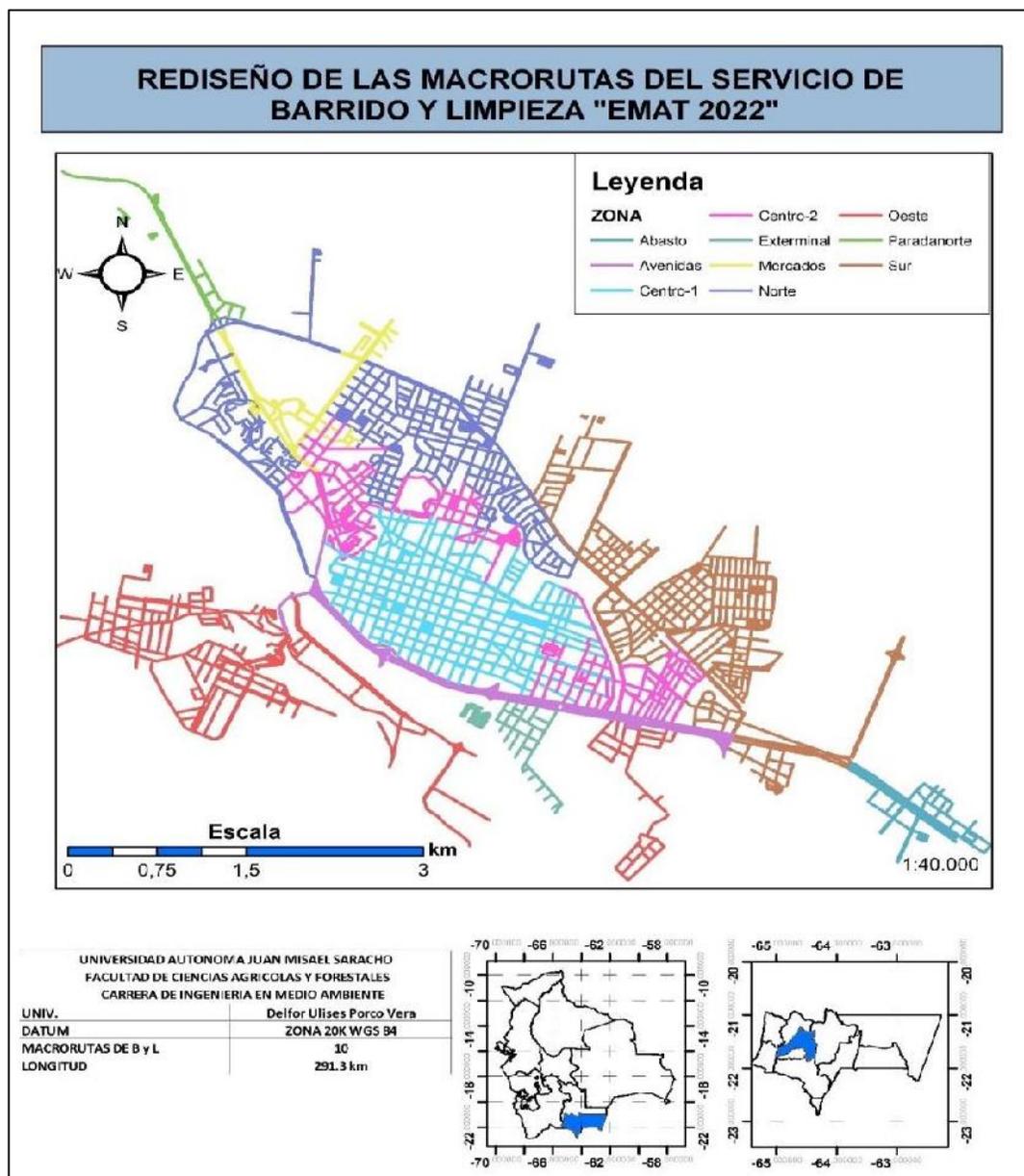
Tomando en cuenta que la longitud estimada de barrido por persona es de 1 a 2 kilómetros lineales (2 cunetas y 2 aceras) para la limpieza en mercados, y de 2 a 3 kilómetros lineales (2 aceras y 2 cunetas) en vías y calles pavimentadas según experiencias obtenidas en algunas ciudades de América Latina (Acurrio, Texira, Rossin , & Zepeda, 1998).

Se creo una base de datos en ARCGIS, en donde se proyectó en un mapa las macrorutas y microrutas del rediseño del servicio de barrido y limpieza, las cuales se detallan a continuación.

3.4.10. Diseño de Macrorutas y Microrutas de Barrido

A continuación, se presenta un mapa de la ciudad de Tarija donde se identifica las Macrorutas de barrido que se pretenden cubrir con el nuevo rediseño del servicio de barrido y limpieza, mapa elaborado con ARCGIS.

Fig. III- 10 Mapa de las Macrorutas del rediseño del servicio de barrido y limpieza



Fuente: Elaboración propia.

En donde se observan 11 Macrorutas de barrido, estas fueron definidas tomando como modelo las rutas actuales de barrido y las zonas en las que se encuentran, aplicando el método heurístico, las cuales se detallan en la siguiente tabla:

TABLA III- 20 Macrorutas de barrido y limpieza

N°	Macrorutas	Zonas de barrido
1	Zona Centro -1	Zona comercial y residencial con alto tráfico peatonal y vehicular y vehicular, plazas y parques.
2	Zona Centro -2	Zona comercial y residencial con alto tráfico vehicular, plazas y parques.
3	Zona Avenidas	Zona con alto tráfico vehicular.
4	Zona Mercados	Zona comercial con alto tráfico peatonal y vehicular, mercados.
5	Zona Norte	Zona de carácter residencial.
6	Zona Sur	Zona de carácter residencial.
7	Zona Oeste	Zona de carácter residencial.
8	Zona Exterminal	Zona de carácter residencial densamente poblada.
9	Zona Parada Norte	Zona con alto tráfico vehicular.
10	Zona Mercado Abasto	Zona comercial con alto tráfico peatonal y vehicular, mercados.

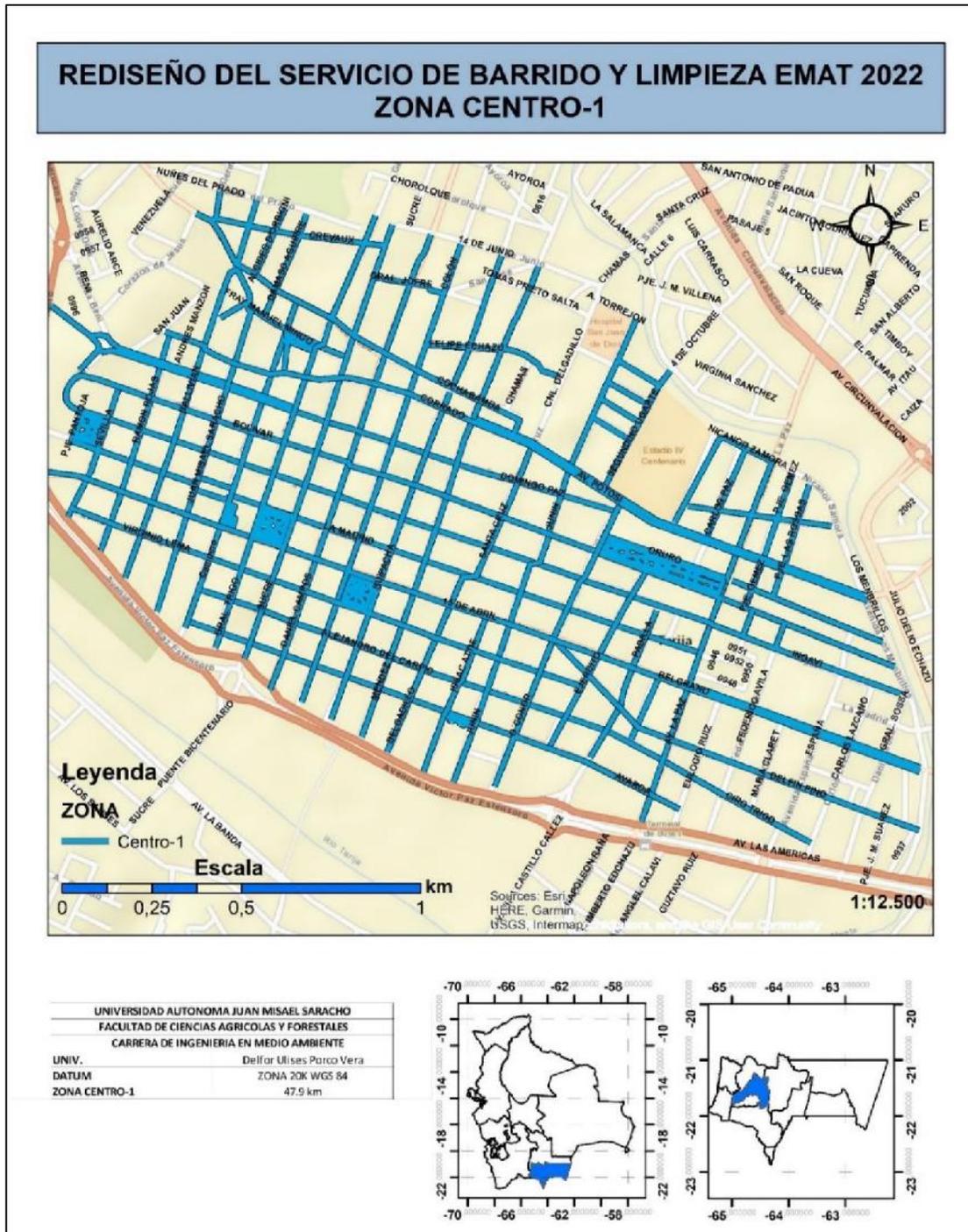
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.1. Macroruta y Microrutas Zona Centro-1

Zona comercial y residencial con alto tráfico peatonal y vehicular y vehicular, plazas y parques, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas, como también la limpieza de plazas y parques.

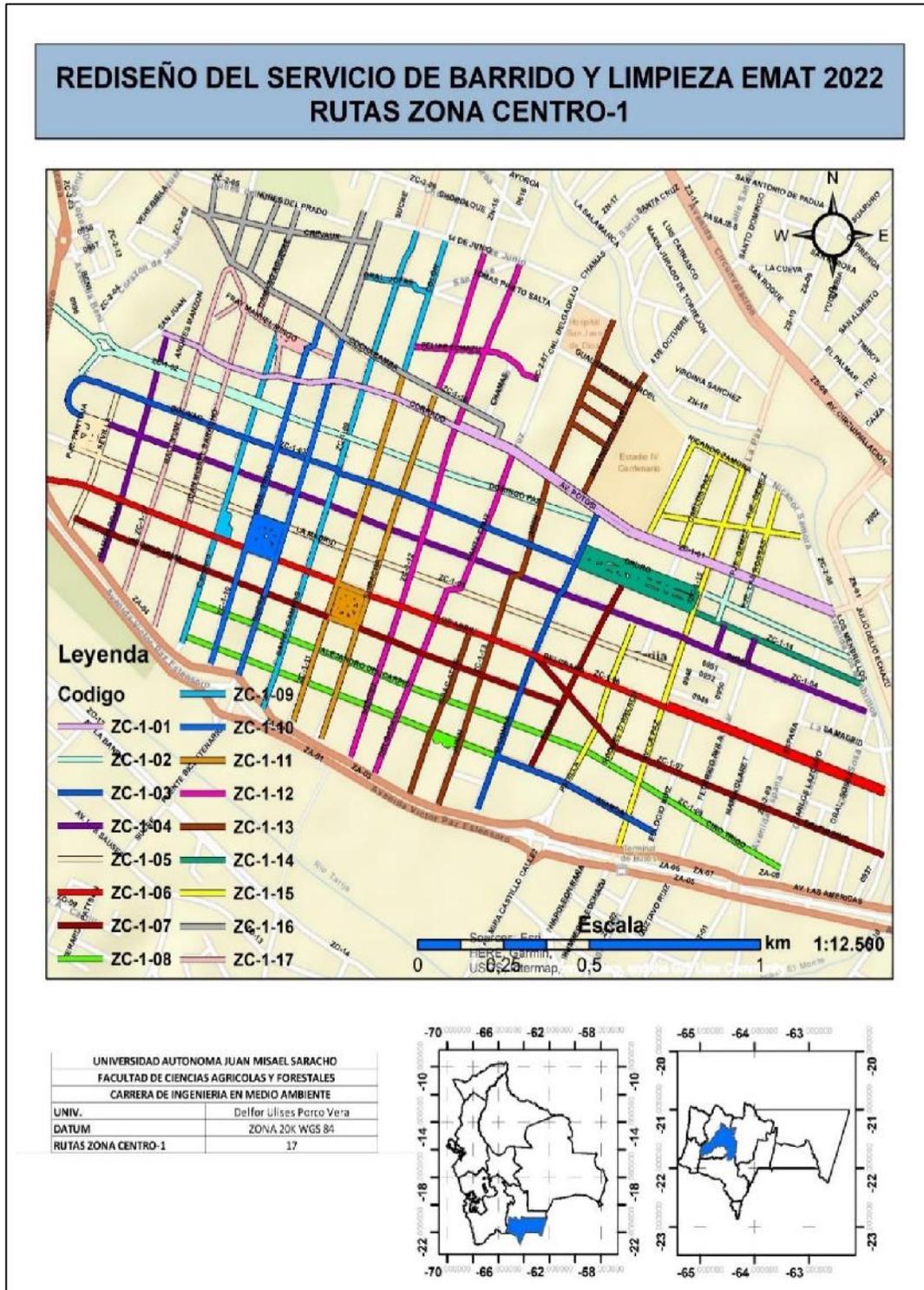
A continuación, se presenta un mapa de la macrorruta y microrutas de esta zona, mapa elaborado en ARCGIS.

Fig. III- 11 Mapa de la Macrorruta Zona Centro-1



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 12 Mapa de las Microrutas Zona Centro-1



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de calles.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Centro-1:

TABLA III- 21 Macroruta Zona Centro-1

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Centro-1	47.9	17	2.8

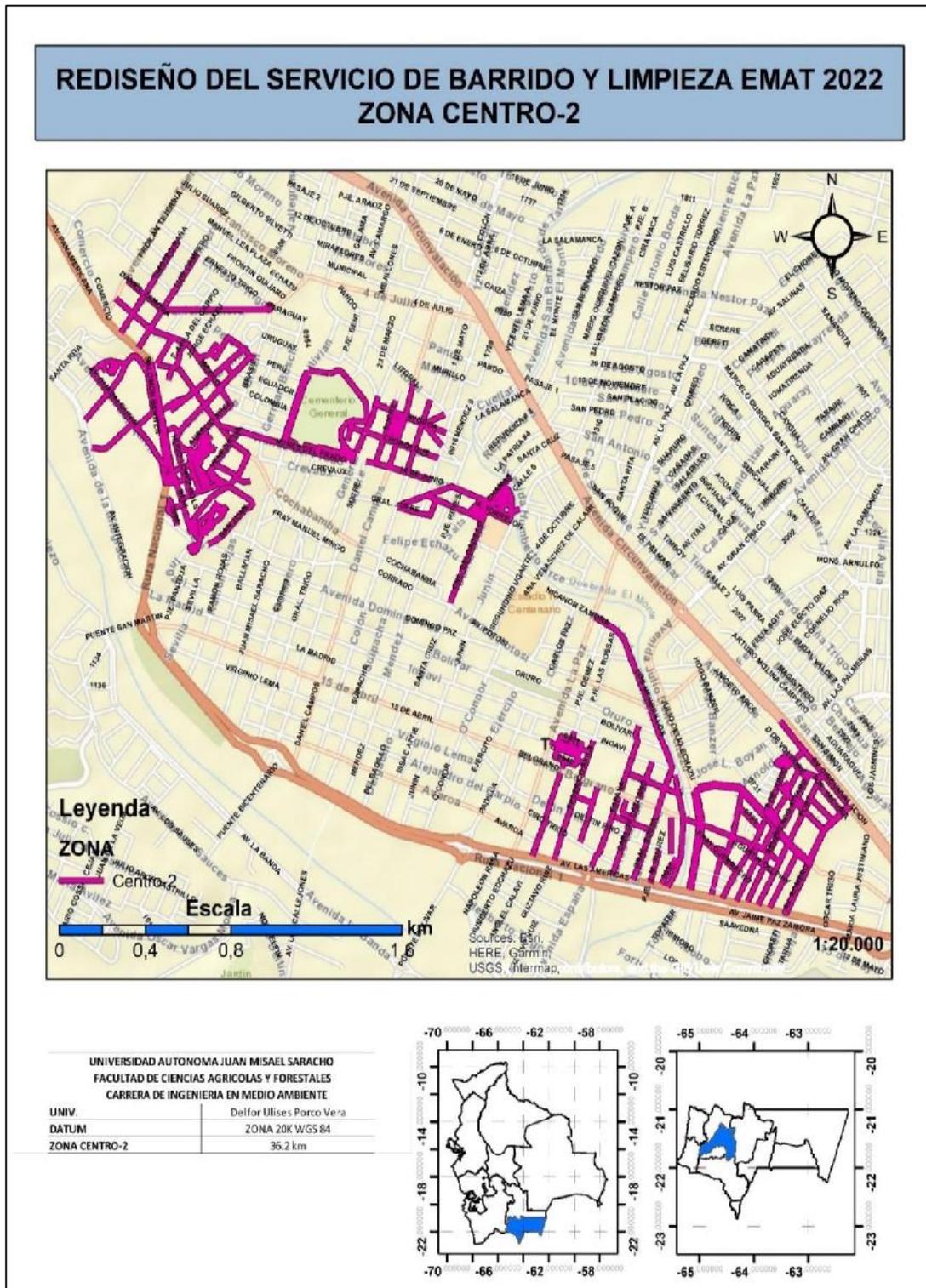
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.2. Macroruta y Microrutas Zona Centro-2

Zona comercial y residencial con alto tráfico vehicular, plazas y parques, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas, como también la limpieza de plazas y parques.

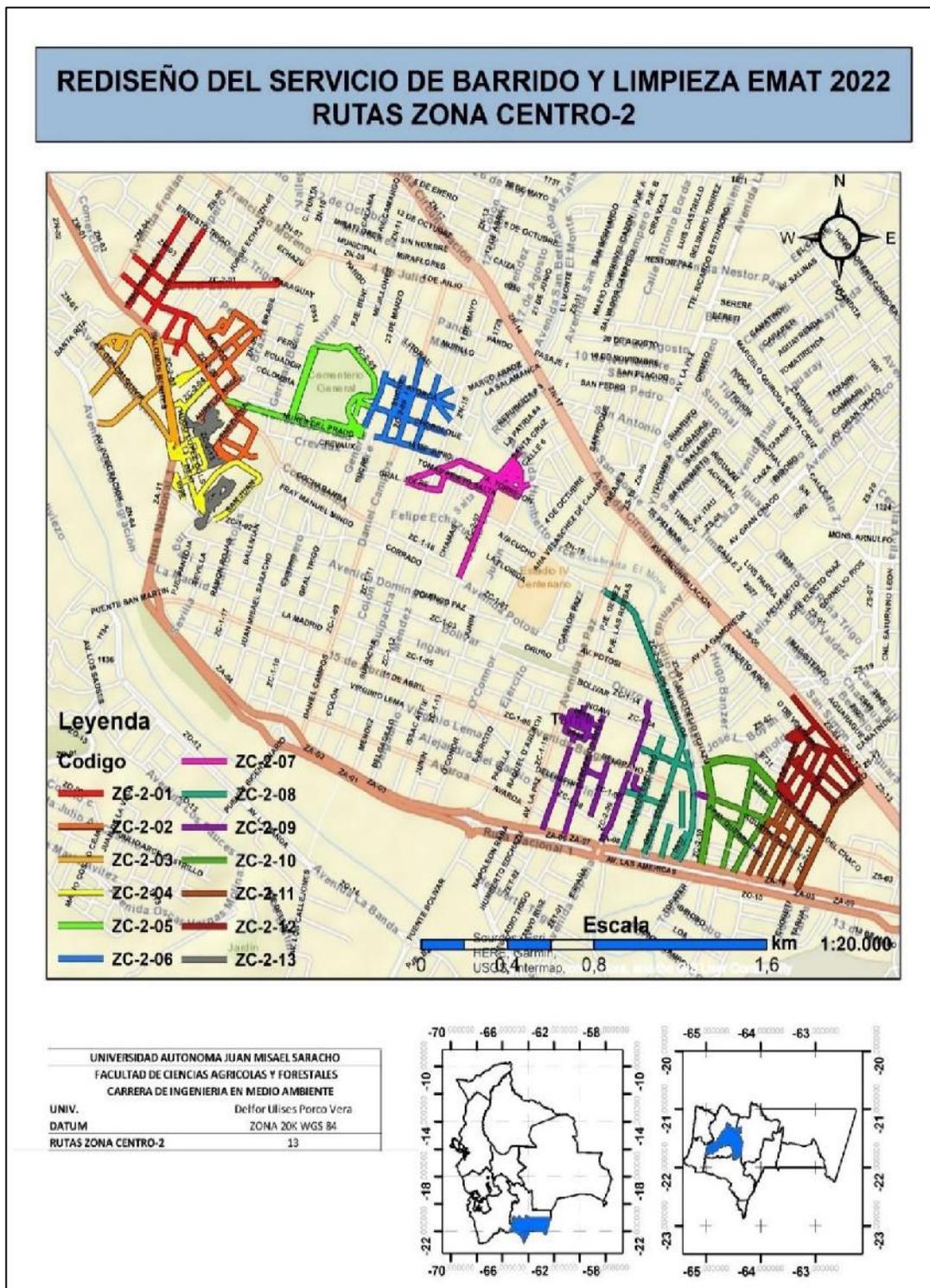
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapas elaborados en ARCGIS.

Fig. III- 13 Mapa de la Macrorruta Zona Centro-2



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 14 Mapa de las Microrutas Zona Centro-2



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Centro-2:

TABLA III- 22 Macroruta Zona Centro-2

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Centro-2	36.2	13	2.8

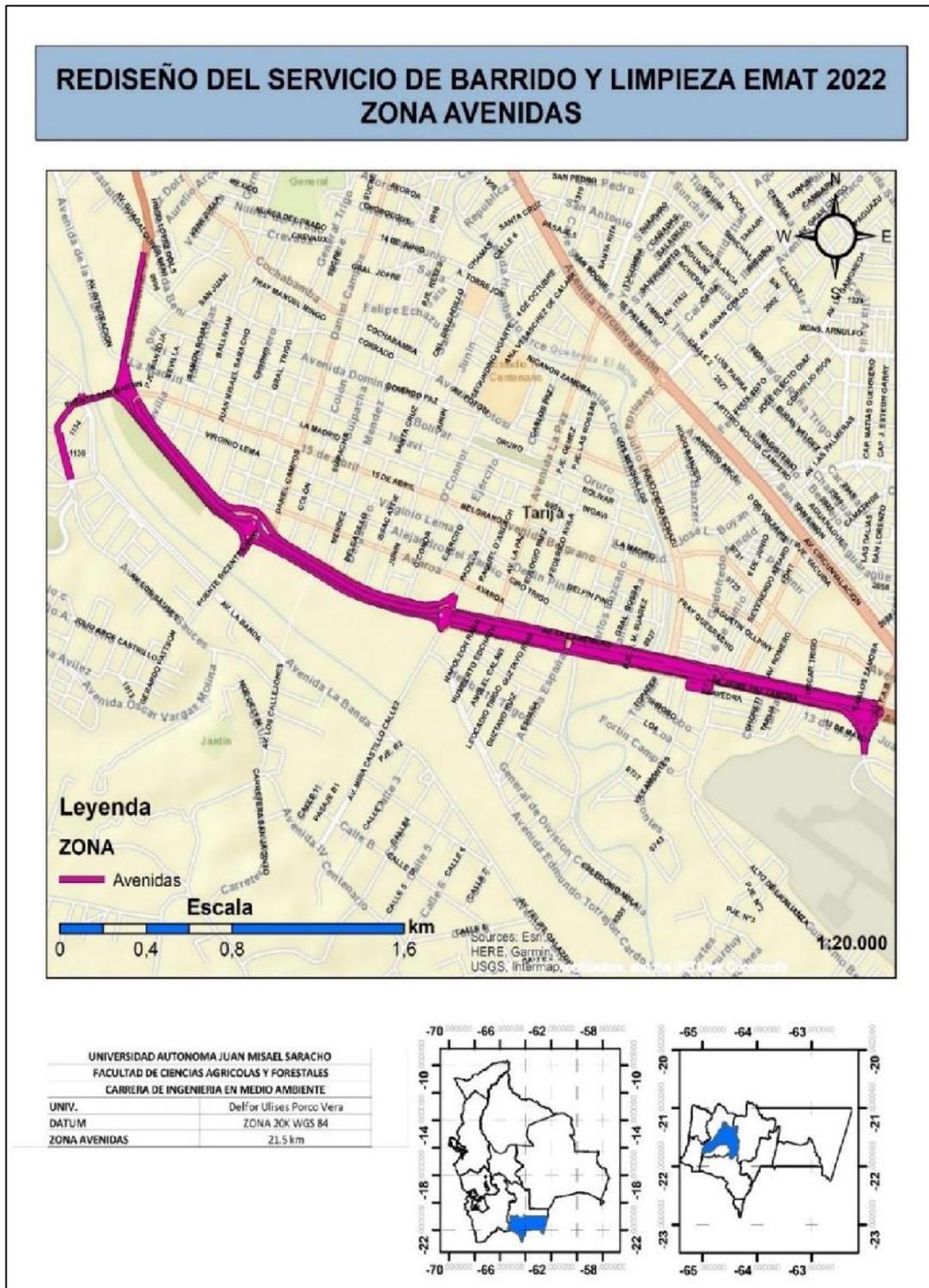
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.3. Macroruta y Microrutas Zona Avenidas

Zona con alto tráfico vehicular, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas y aceras, como también la limpieza de plazas.

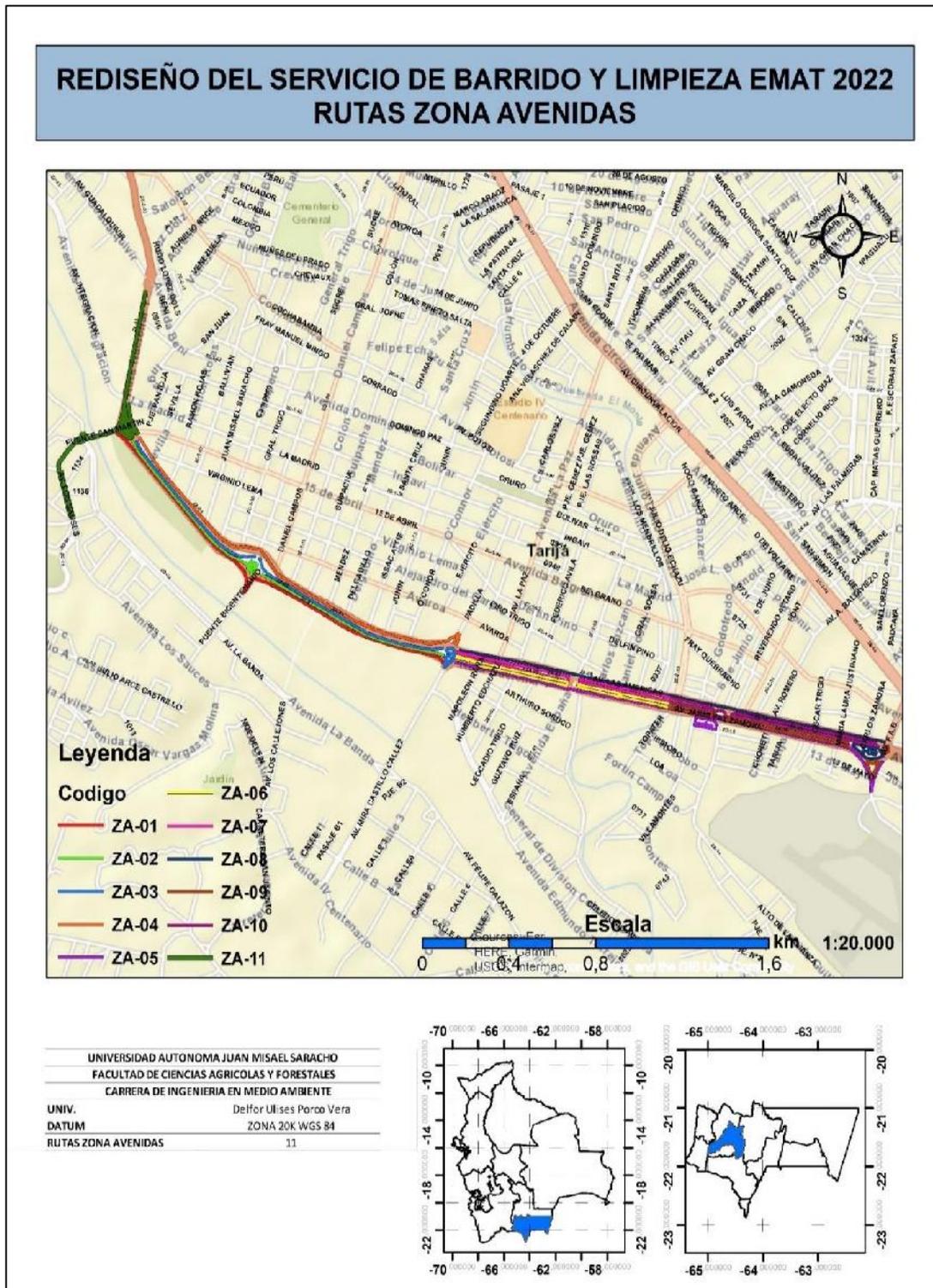
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapas elaborados en ARCGIS.

Fig. III- 15 Mapa de la Macrorruta Zona Avenidas



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 16 Mapa de las Microrutas Zona Avenidas



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de calles.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Avenidas

TABLA III- 23 Macroruta Zona Avenidas

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Avenidas	21.5	11	2.0

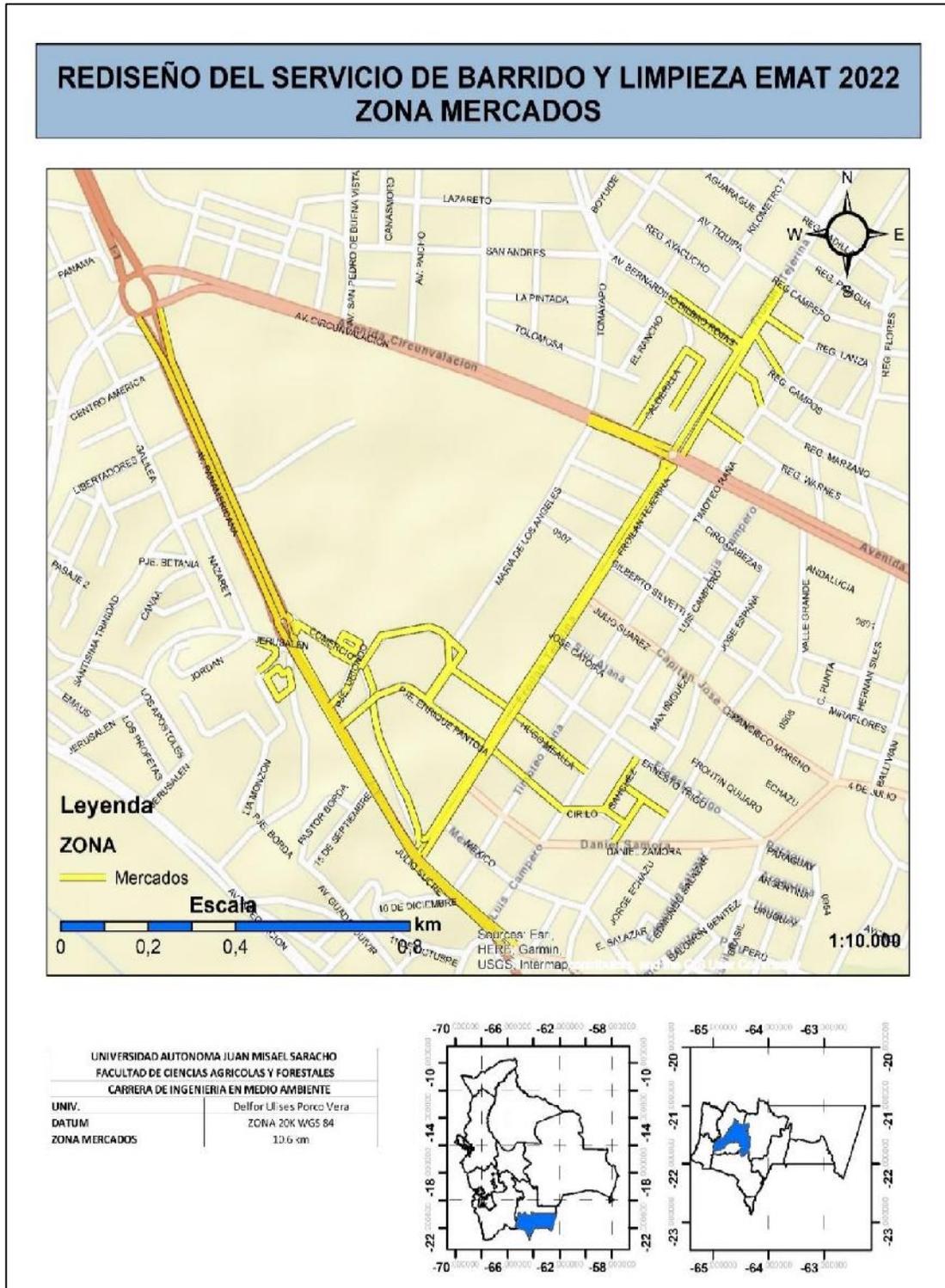
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.4. Macroruta y Microrutas Zona Mercados

Zona comercial con alto tráfico peatonal y vehicular, mercados, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas y limpieza aceras.

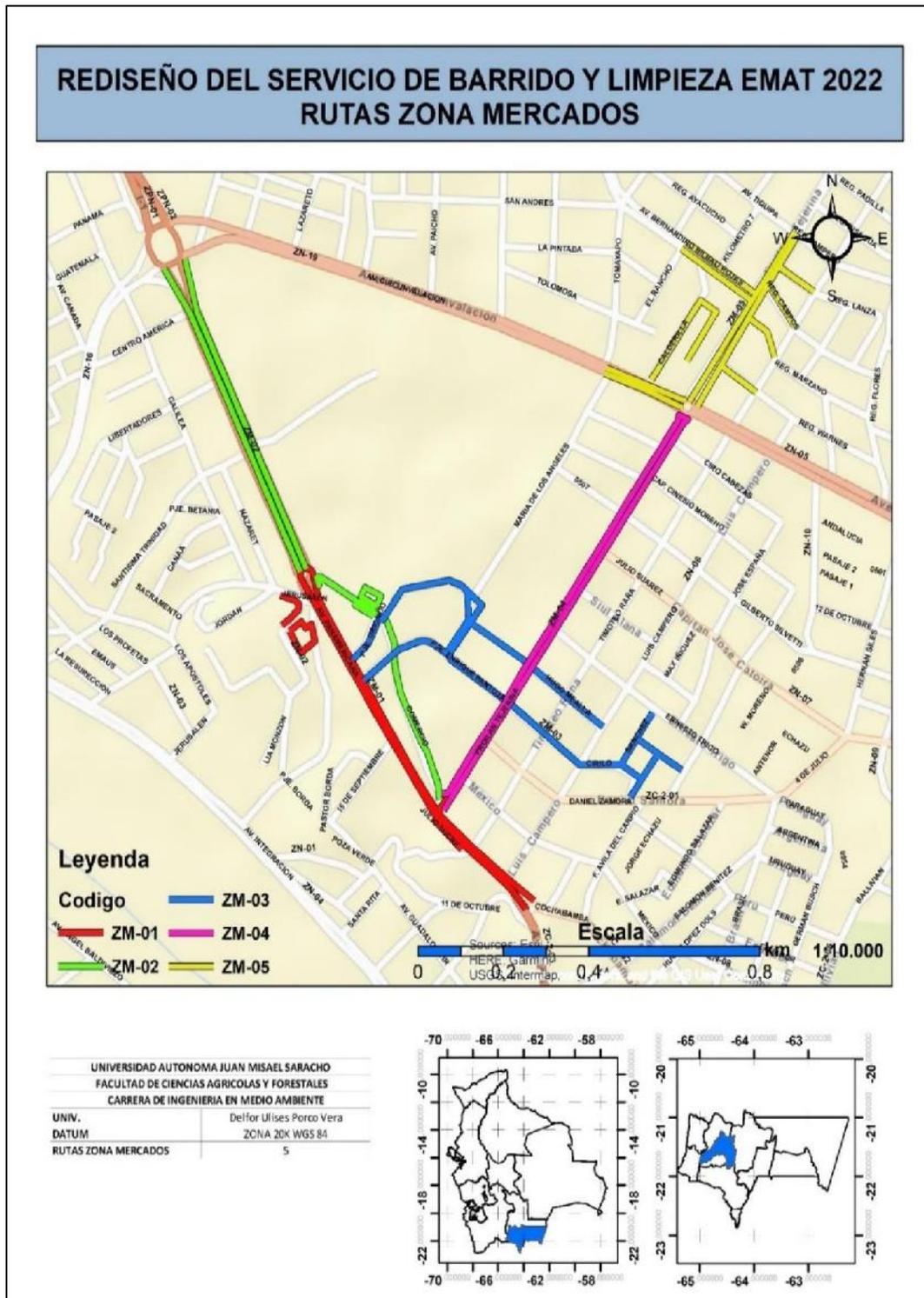
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapas elaborados en ARCGIS.

Fig. III- 17 Mapa de la Macrorruta Zona Mercado



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 18 Mapa de las Microrutas Zona Mercados



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de calles y manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Mercados:

TABLA III- 24 Macroruta Zona Mercados

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Mercados	10.6	5	2.1

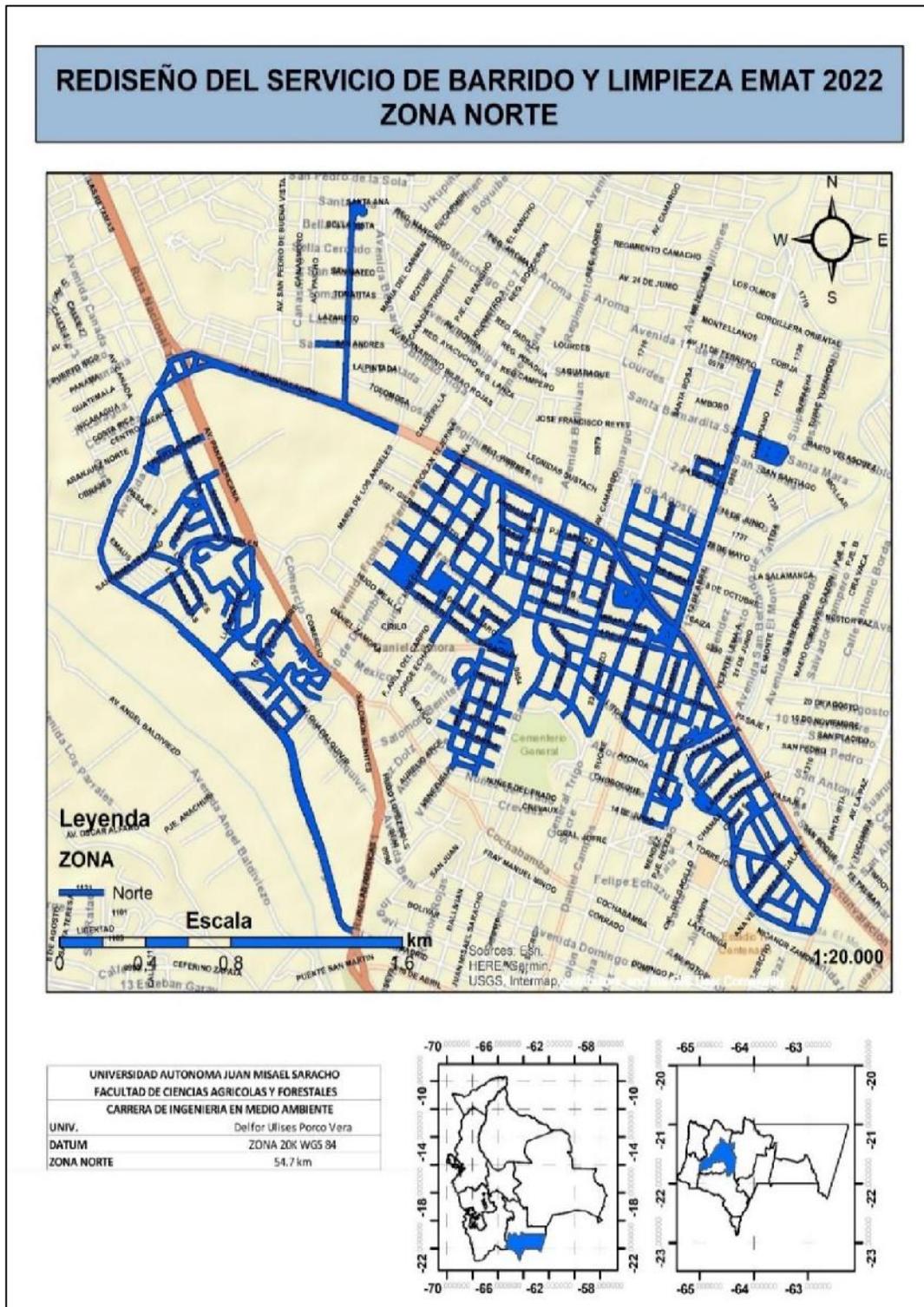
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.5. Macroruta y Microrutas Zona Norte

Zona de carácter residencial, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas y limpieza de áreas públicas.

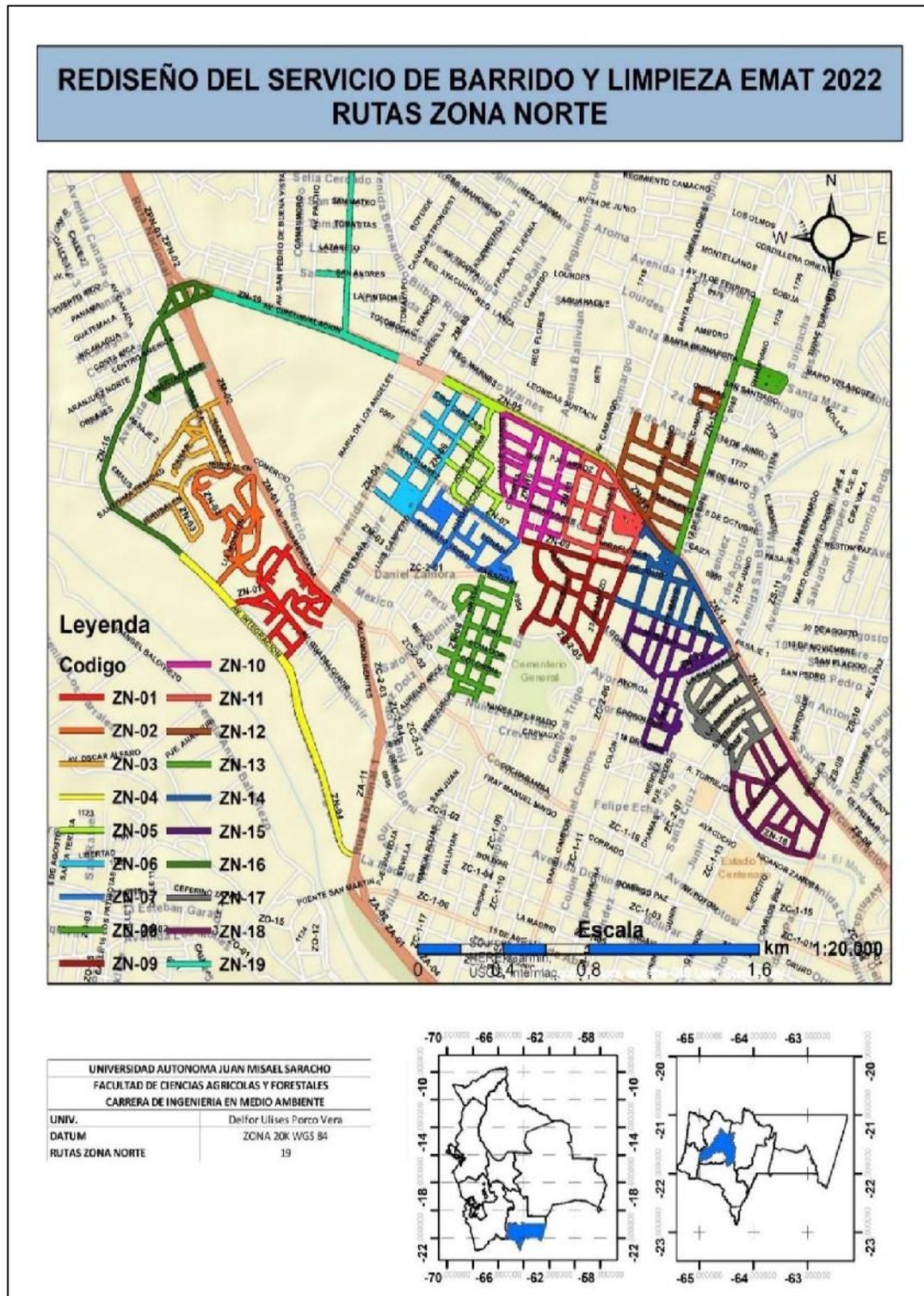
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapas elaborados en ARCGIS.

Fig. III- 19 Mapa de la Macrorruta Zona Norte



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 20 Mapa de las Microrutas Zona Norte



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Norte:

TABLA III- 25 Macroruta Zona Sur

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Norte	54.7	19	2.9

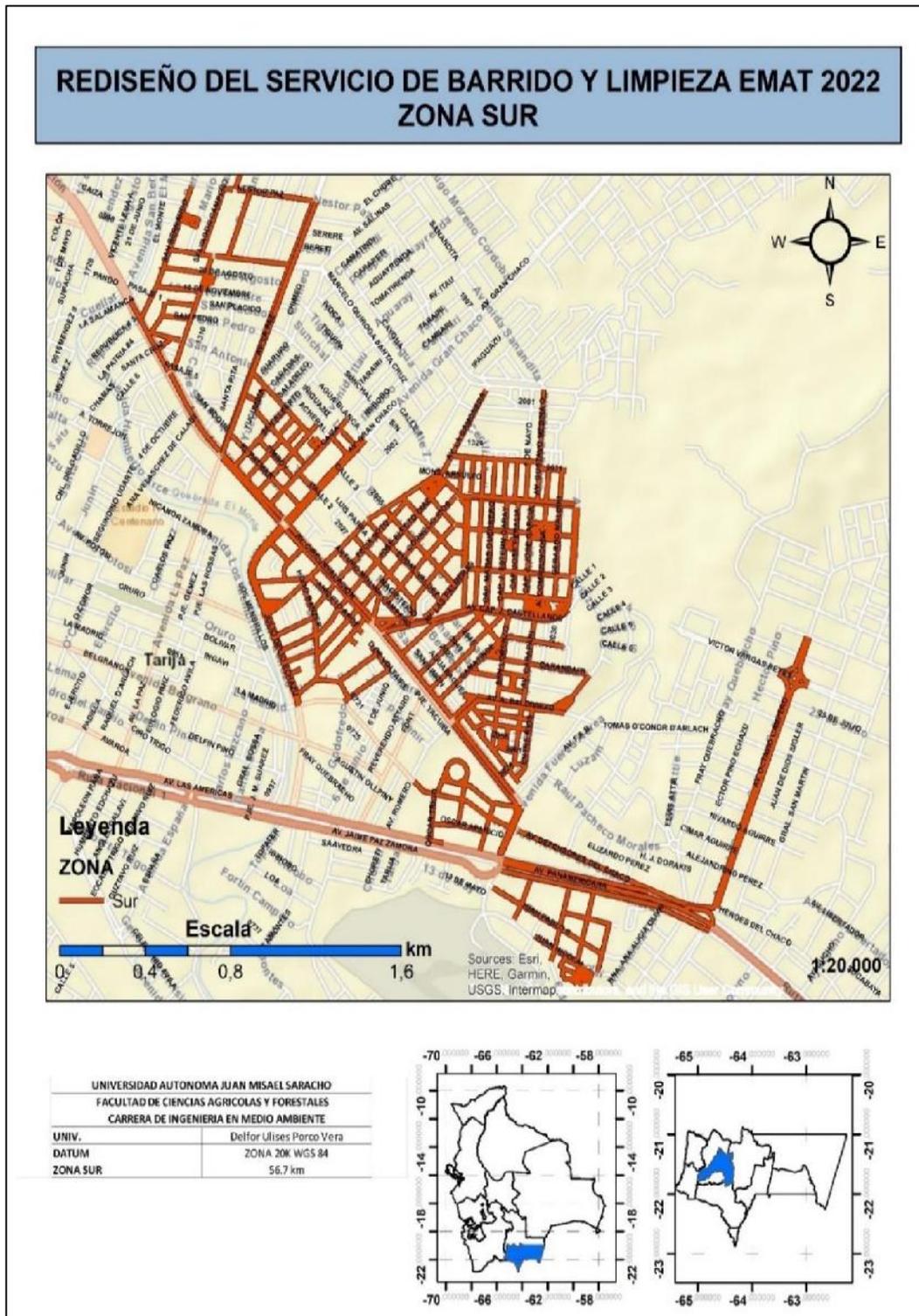
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.6. Macroruta y Microrutas Zona Sur

Zona de carácter residencial, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas y limpieza de áreas públicas.

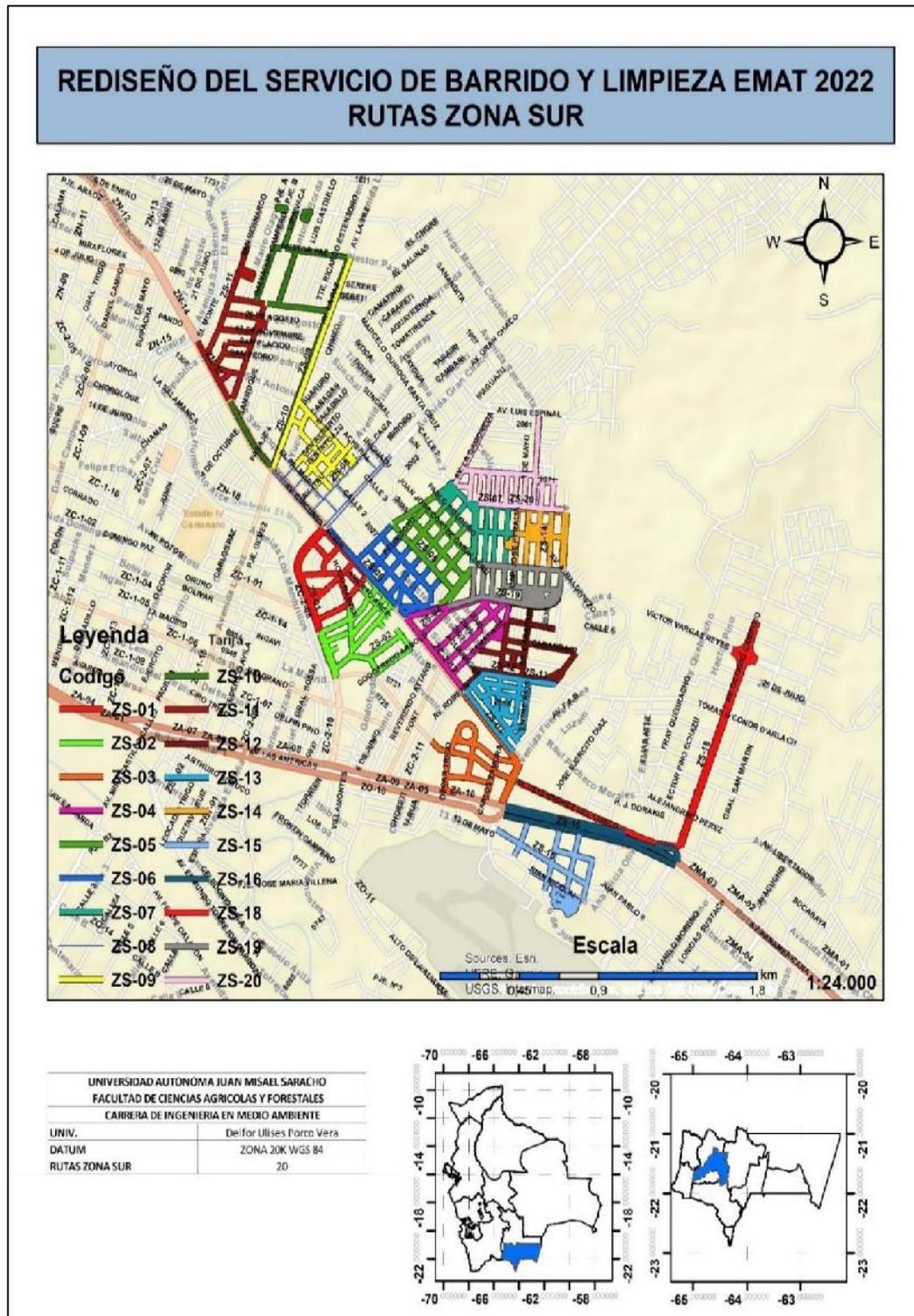
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapas elaborados en ARCGIS.

Fig. III- 21 Mapa de la Macrorruta Zona Sur



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 22 Mapa de las Microrutas Zona Sur



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Sur:

TABLA III- 26 Macroruta Zona Sur

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Sur	56.7	20	2.8

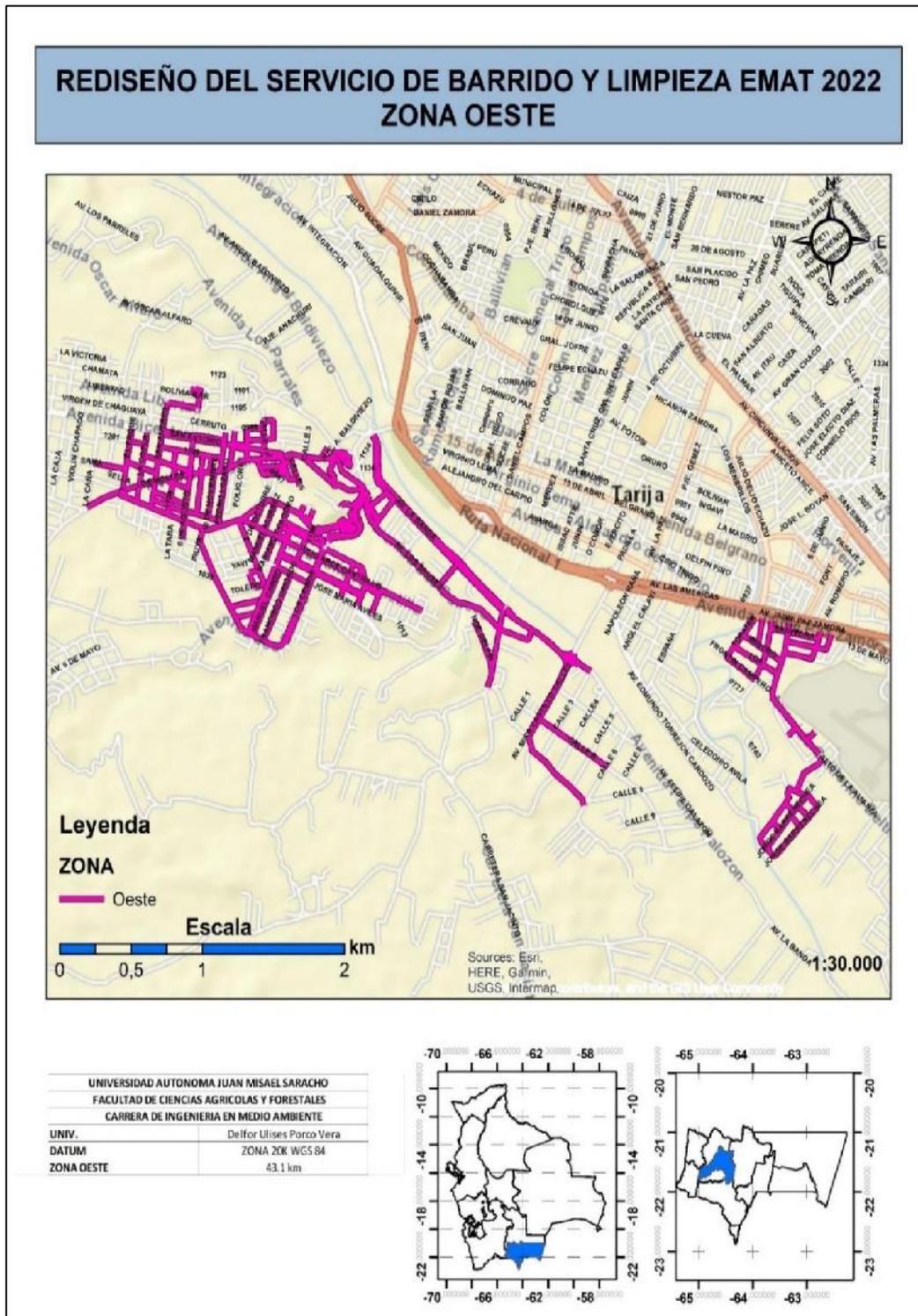
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.7. Macroruta y Microrutas Zona Oeste

Zona de carácter residencial, donde principalmente se realizará el barrido de cunetas y limpieza de áreas públicas.

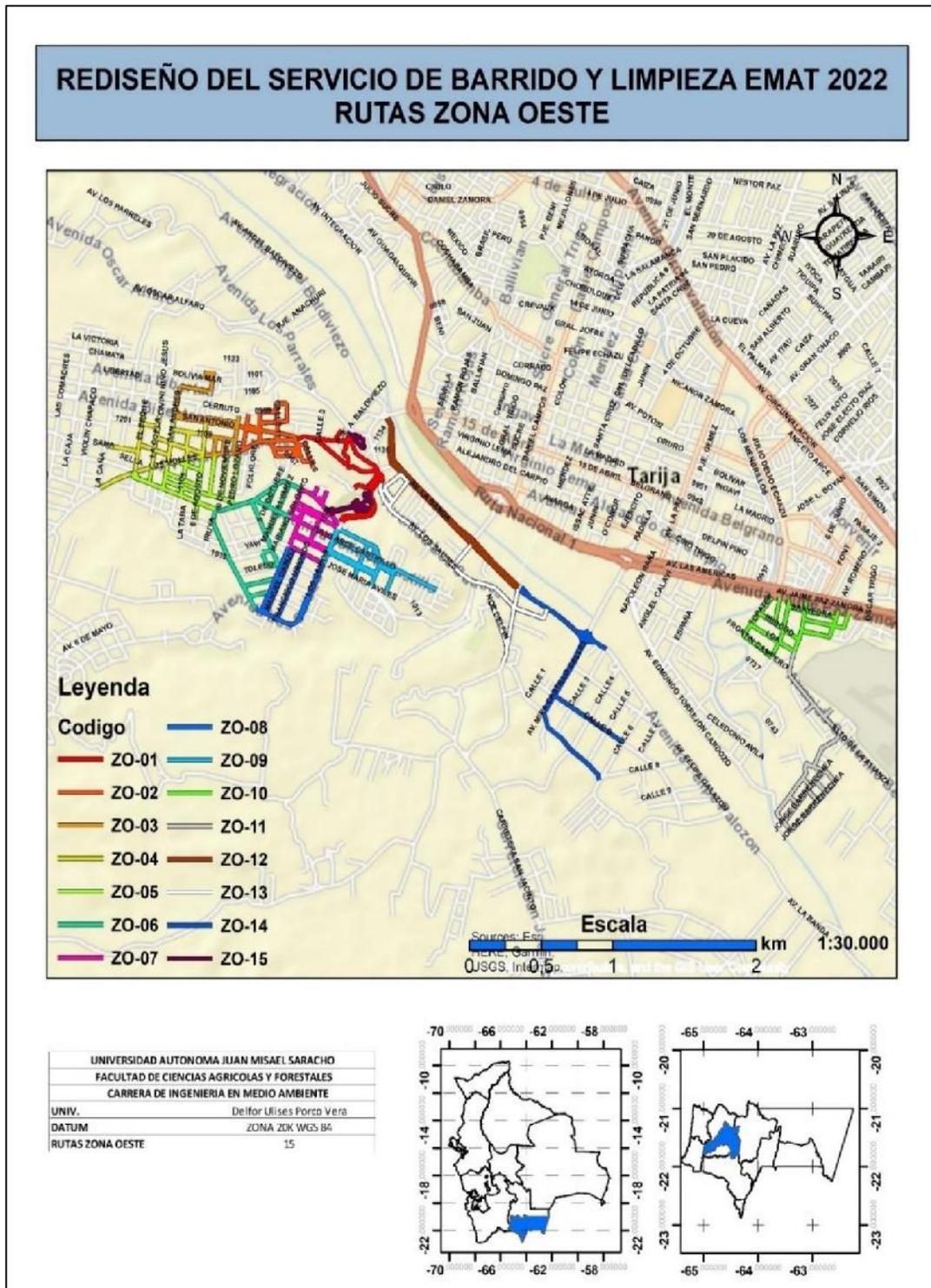
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapa elaborado en ARCGIS.

Fig. III- 23 Mapa de la Macrorruta Zona Oeste



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 24 Mapa de las Microrutas Zona Oeste



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Oeste:

TABLA III- 27 Macroruta Zona Oeste

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Oeste	43.1	15	2.9

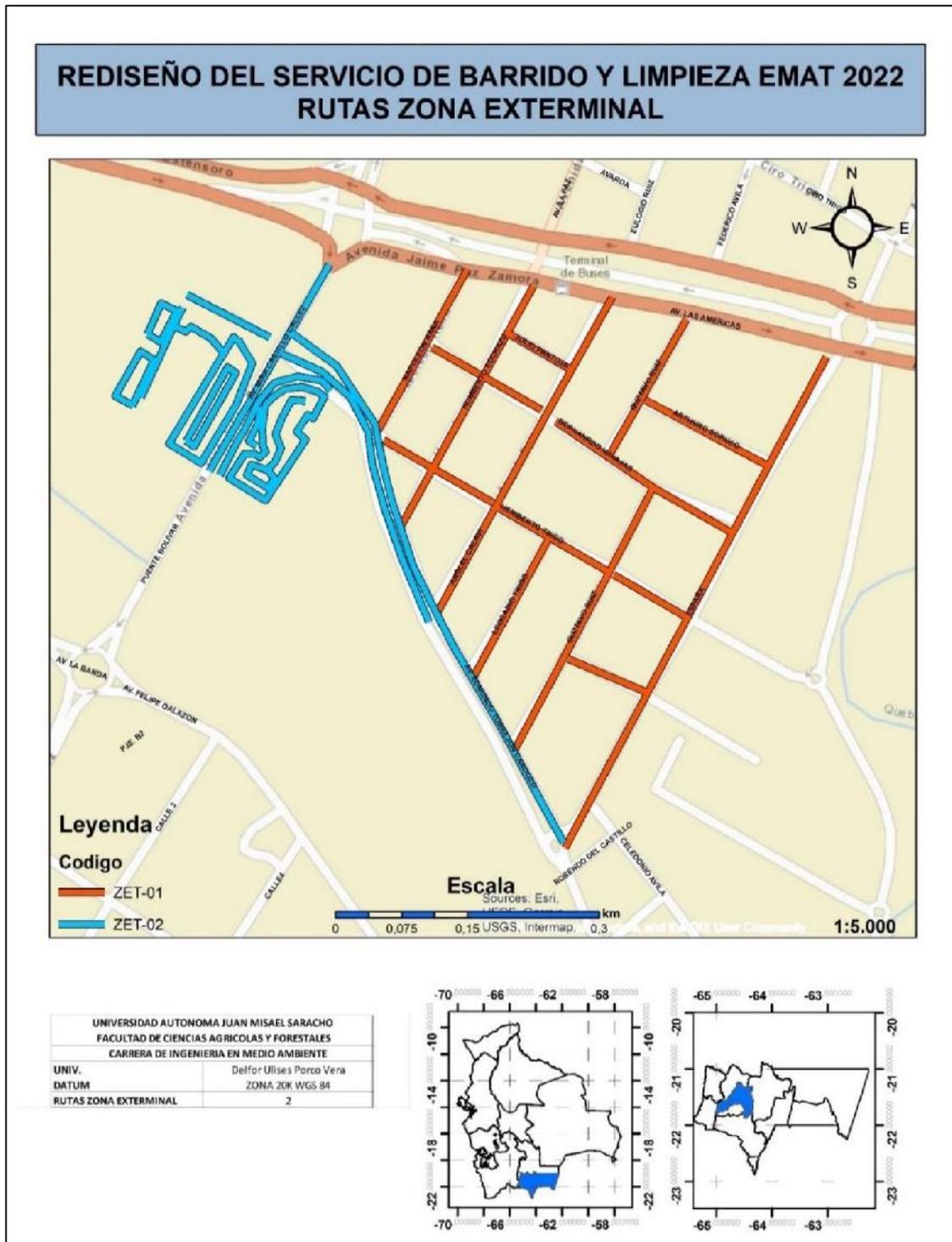
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.8. Macroruta y Microrutas Zona Exterminal

Zona de carácter residencial densamente poblada, donde principalmente se realiza el barrido de cunetas, la limpieza de aceras y áreas públicas.

A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapa elaborado en ARCGIS.

Fig. III- 26 Mapa de las Microrutas Zona Mercados



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Exterminal:

TABLA III- 28 Macroruta Zona Exterminal

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Exterminal	5.9	2	3.0

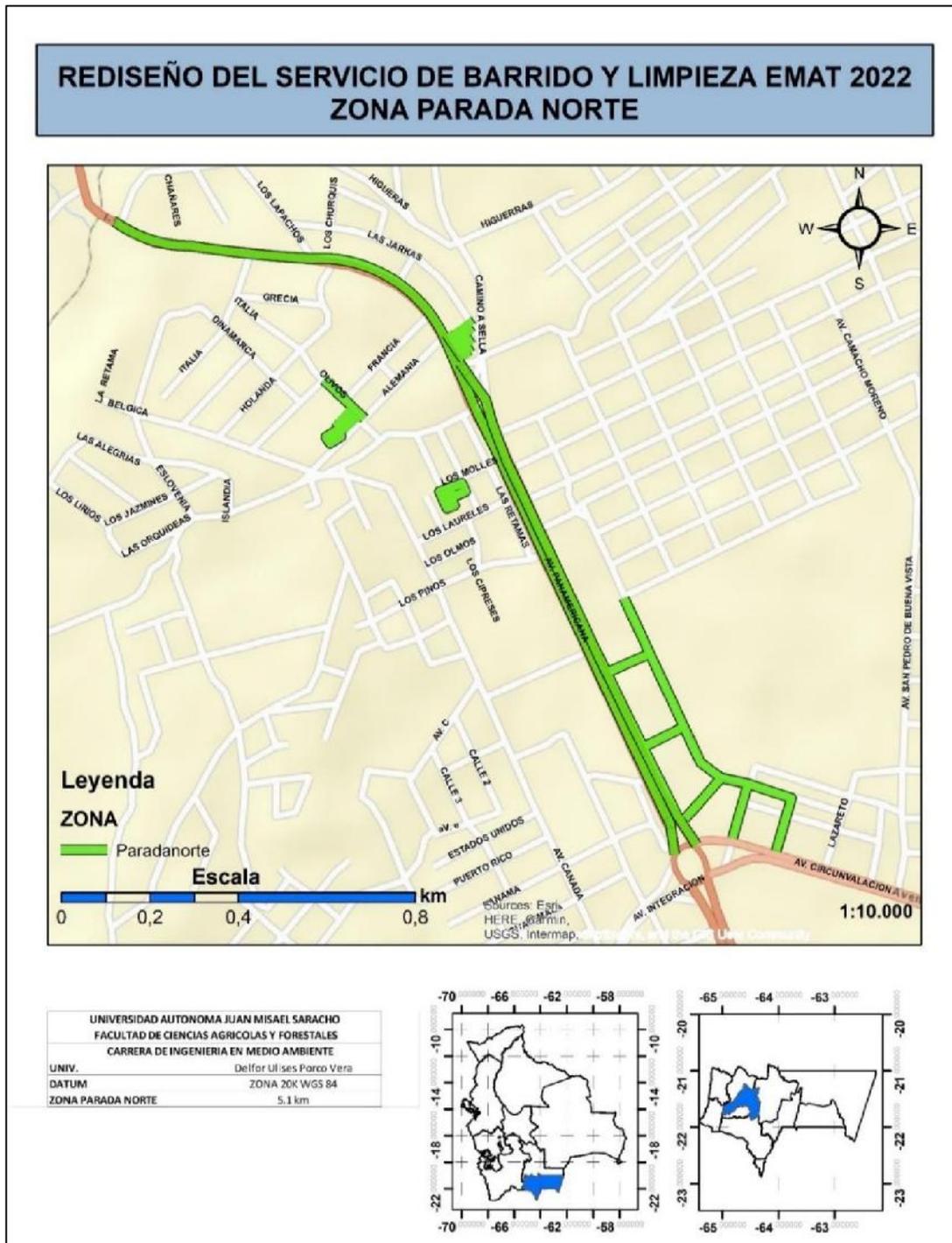
Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.9. Macroruta y Microrutas Zona Parada Norte

Zona con alto tráfico vehicular, mercados, donde principalmente se realiza el barrido de cunetas y limpieza de aceras.

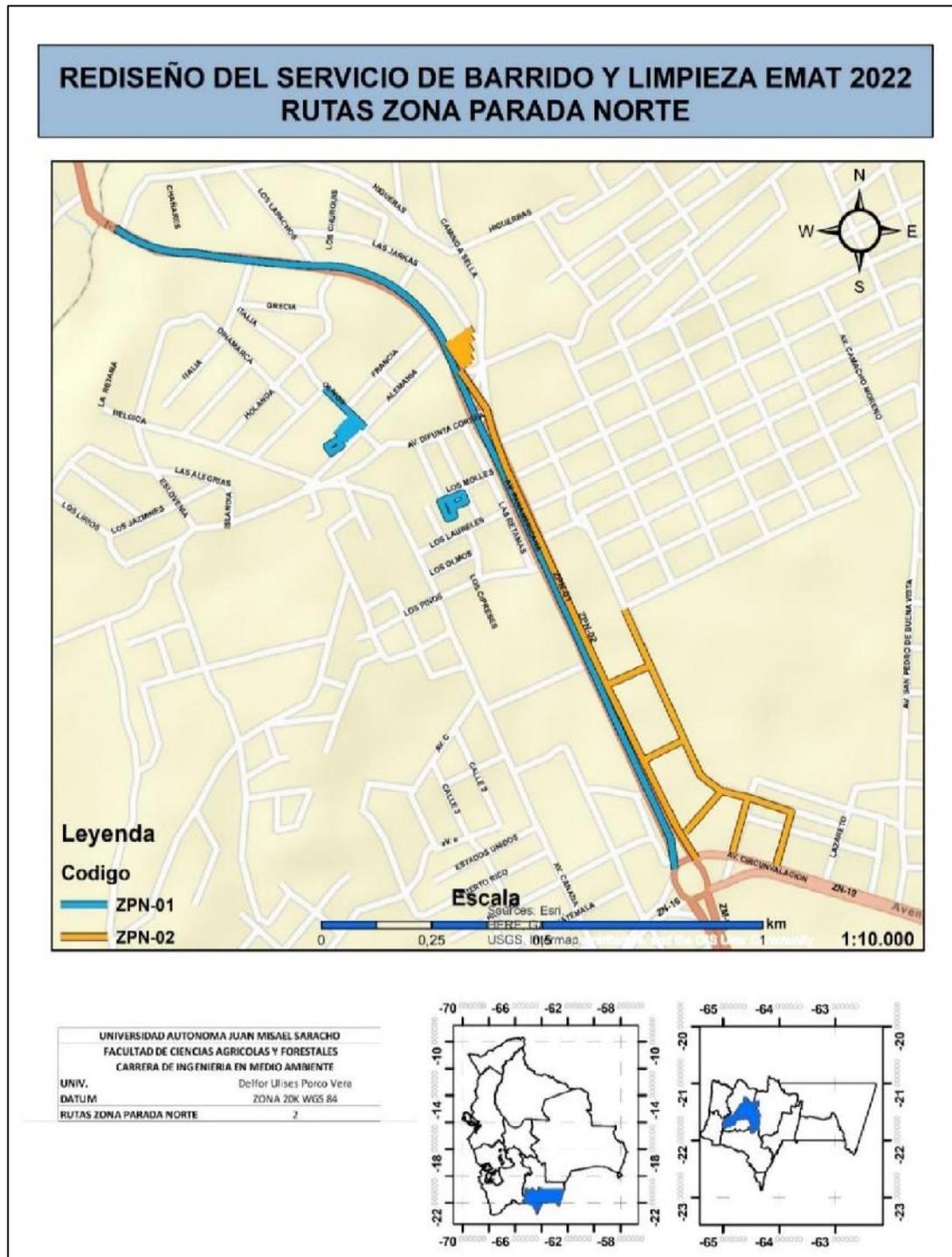
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapa elaborado en ARCGIS.

Fig. III- 27 Mapa de la Macrorruta Zona Parada Norte



Fuente: Elaboración propia.

Fig. III- 28 Mapa de las Microrutas Zona Parada Norte



Fuente: Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de calles y manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Parada Norte:

TABLA III- 29 Macroruta Zona Parada Norte

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Parada Norte	5.1	2	2.6

Fuente: Elaboración propia.

3.4.9.10. Macroruta y Microrutas Zona Mercado Abasto

Zona comercial con alto tráfico peatonal y vehicular, mercados, donde principalmente se realiza el barrido de cunetas y limpieza de aceras.

A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapa elaborado en ARCGIS.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de calles y manzanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Mercado Abasto:

TABLA III- 30 Macroruta Zona Mercado Abasto

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Mercado Abasto	9.4	4	2.4

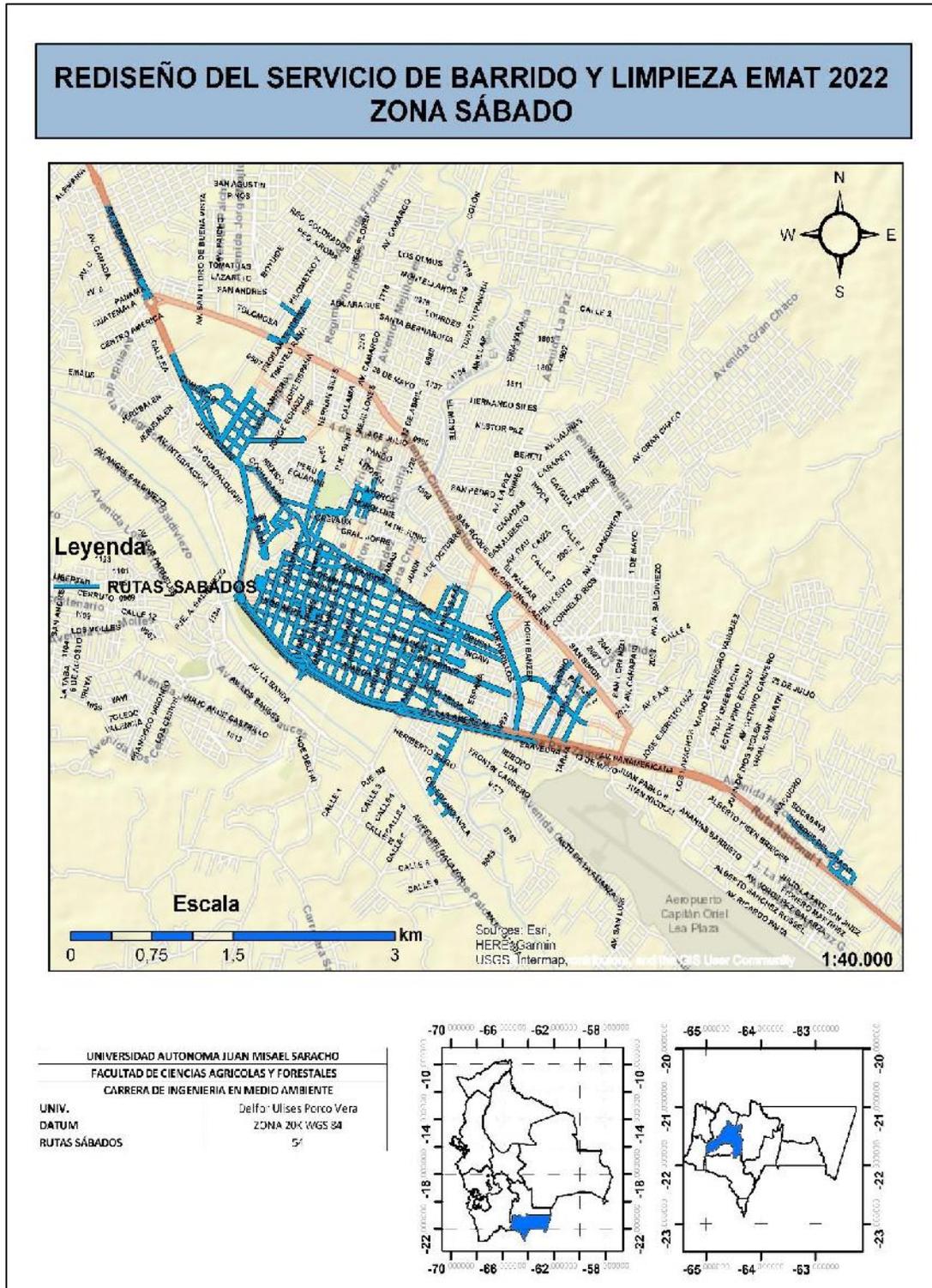
Fuente: Elaboración propia.

3.4.9.11. Macroruta y Microrutas Zona Sábados

La Zona Sábados se encuentra comprendida por las avenidas, calles, plazas y parques que se consideraron más importantes para realizar el barrido y limpieza, priorizando todas las áreas que se limpian en el actual servicio de barrido y limpieza.

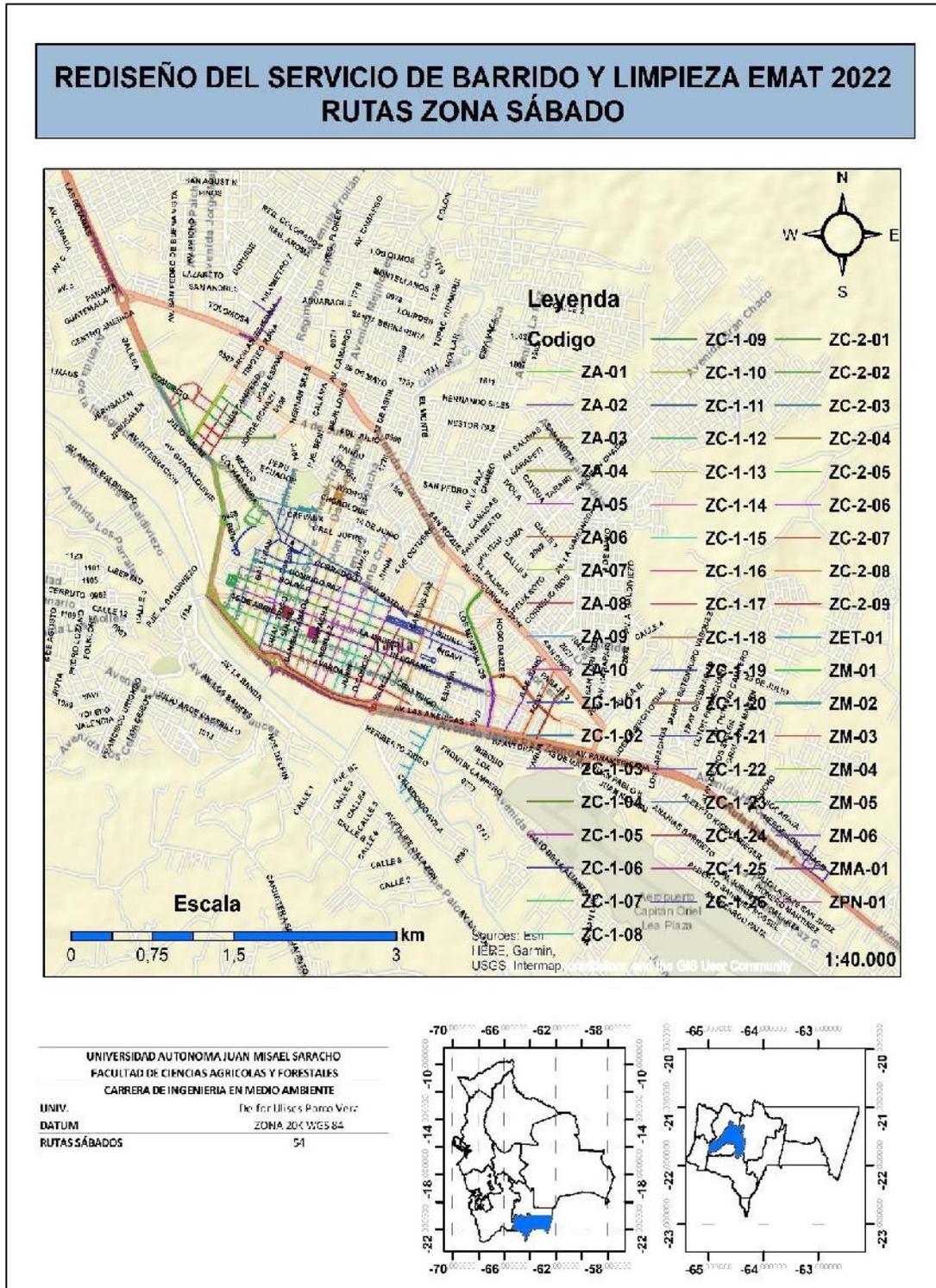
A continuación, se presenta un mapa de la macroruta y microrutas de esta zona, mapa elaborado en ARCGIS.

Fig. III- 31 Mapa de la Macrorruta Zona Sábado



Fuente: EMAT- Elaboración propia.

Fig. III- 32 Mapa de las Microrutas Zona Sábado



Fuente: EMAT- Elaboración propia.

Las microrutas de esta zona fueron diseñadas tomando como modelo las rutas del actual servicio de barrido, considerando el barrido por ruta fija mediante el método barrido de asignación de calles.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la Zona Sábados:

TABLA III- 31 Macroruta Zona Sábados

Macroruta	Longitud de la Macroruta (km.)	Número de Microrutas	Longitud promedio de las Microrutas (km.)
Zona Sábados	79	54	1.5

Fuente: Elaboración propia.

3.4.11. Limpieza de ferias

Dentro del rediseño se mantendrá las rutas y el número de personal designado para esta actividad.

Para la limpieza de las ferias de los días hábiles es designado personal del grupo de emergencia y para las ferias de sábados y domingo el personal es designado de acuerdo a rol tomando en cuenta el tipo de contrato que tienen. Para la limpieza de las ferias de los días sábados y domingo es necesario 25 barrenderos que deben cumplir 4 horas laborales.

A continuación, se muestra un listado de las ferias que se encuentran dentro del servicio de barrido y limpieza, del número de personal designado para cada feria, la frecuencia de barrido, el turno en el cual se realiza el servicio y el momento en el cual se realiza la limpieza, que en algunos casos se la realiza un día antes de la feria, como también durante la feria y en otros casos solo al finalizar las mismas, información obtenida durante el desarrollo del trabajo.

TABLA III- 32 Características de la Limpieza de Ferias

N°	Personal	Feria	Frecuencia	Turno	Observaciones
1	2	Lourdes	Sáb	Día	Limpieza después de la feria.
2	2	Villa Avaroa	Jue	Día	Limpieza después de la feria.
3	7	San Bernardo	Vie	Día	Limpieza después de la feria.
4	5	Gamoneda	Dom	Nocturno	Limpieza después de la feria.
5	4	Constructor	Mar	Nocturno	Limpieza después de la feria
	3	Constructor	Sáb	Nocturno	Limpieza después de la feria.
6	6	Víbora Negra	Vie	Día	Limpieza antes de la feria.
	2	Víbora Negra	Dom	Día	Limpieza durante la feria.
	7	Víbora Negra	Lun	Día	Limpieza después de la feria.
7	8	Villa Fátima	Sáb	Nocturno	Limpieza después de la feria.
8	4	Senac	Mie	Madrugada	Limpieza después de la feria.
9	2	Tabladita	Sáb	Nocturno	Limpieza durante la feria.
	2	Tabladita	Dom	Nocturno	Limpieza después de la feria.
10	1	Las Pascuas	Vie	Nocturno	Limpieza después de la feria.
11	1	Campesino	Dom	Nocturno	Limpieza después de la feria.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.12. Frecuencia de barrido

De acuerdo a las características que presenta cada macroruta de barrido y la importancia de su limpieza que tienen durante la semana, se definieron las frecuencias de barrido, a continuación, en la siguiente tabla se muestran el número de veces que se barrerán las macrorutas y microrutas, sumando un total de 108 microrutas de barrido fijas durante la semana.

TABLA III- 33 Frecuencias de Barrido y Limpieza

N°	Macrorutas	Microrutas	Frecuencia	Días
1	Centro -1	17	5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
2	Centro -2	13	5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
3	Avenidas	11	5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
4	Mercados	5	5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
5	Norte	19	2 veces por semana.	Lun, jue.
6	Sur	20	2 veces por semana.	Mar, vie.
7	Oeste	15	2 veces por semana.	Mie, sáb.

8	Exterminal.	2	5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
			5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
9	Parada Norte.	2	3 veces por semana.	Lun, mie, vie.
			2 veces por semana.	Mar, jue.
10	Mercado Abasto.	4	5 veces por semana.	Lun, mar, mie, jue, vie.
			2 veces por semana.	Lun, mie.
			2 veces por semana.	Mar, jue.
			1 vez por semana.	Vie.
11	Rutas Sábados.	54	1 vez por semana.	Sáb.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.13. Horario de Barrido

De acuerdo a las características que presenta cada macroruta de barrido y la importancia de su limpieza que tienen durante la semana y teniendo en cuenta que las nuevas rutas de barrido están diseñadas para llevarse a cabo en toda la jornada laboral que corresponde al personal de barrido que son 7 horas laborales, se definieron los horarios de barrido.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los horarios de barrido que se vieron más adecuados para cada macroruta.

TABLA III- 34 Horarios de Barrido y Limpieza

N°	Macrorutas	Microrutas	Horarios	
1	Centro -1	17	Nocturno	23:00 a 06:00
2	Centro -2	13	Madrugada	01:30 a 08:30
3	Avenidas	11	Nocturno	23:00 a 06:00
4	Mercados	5	Nocturno	23:00 a 06:00
5	Norte	19	Mañana	04:30 a 11:30
6	Sur	20	Mañana	04:30 a 11:30
7	Oeste	15	Mañana	04:30 a 11:30
8	Exterminal	2	Mañana	04:30 a 11:30
9	Parada Norte	1	Madrugada	01:30 a 08:30
10	Mercado Abasto	2	Mañana	04:30 a 11:30
11	Rutas Sábados	54	Mañana	04:30 a 08:30

Fuente: Elaboración propia.

3.4.14. Movimiento del personal del área de barrido y limpieza durante la semana

Una vez definido el número de rutas, ferias y frecuencias de barrido, se procedió a realizar la distribución del personal durante la semana en las distintas zonas, quedando establecido de la siguiente manera.

TABLA III- 35 Movimientos del personal de las rutas de barrido y limpieza durante la semana

N°	Macrorruta	Lun.	Mar.	Mier.	Jue.	Vie.	Sáb.
1	Centro-1	17	17	17	17	17	26
2	Centro-2	13	13	13	13	13	9
3	Avenidas	11	11	11	11	11	10
4	Mercados	5	5	5	5	5	6
5	Norte	19	0	0	19	0	0
6	Sur	0	20	0	0	20	0
7	Oeste	0	0	15	0	0	15
8	Exterminal	2	2	2	2	2	1
9	Parada Norte	1	1	1	1	1	1
10	Mercado Abasto	2	2	2	2	2	1
Sub total		70	71	66	70	71	69
Total, del Grupo de Emergencia		22	21	26	22	21	23
Total		92	92	92	92	92	92

Fuente: Elaboración propia.

Para la limpieza de las ferias se determinó un número fijo de personal que estará distribuido durante la semana, quedando de la siguiente manera:

TABLA III- 36 Movimientos del personal de barrido y limpieza de ferias durante la semana

N°	Feria	Lun.	Mar.	Mier.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
1	Lourdes						2	
2	Villa Abaroa				2			
3	San Bernardo					7		
4	Gamoneda							5
5	Constructor		4				3	
6	Víbora Negra	7				6		2
7	Villa Fátima						8	
8	Senac			4				
9	Tabladita						2	2
10	Las Pascuas					1		
11	Campesino							1
Sub Total		7	4	4	2	7	15	10
Grupo de Emergencia		15	17	22	20	14	8	
Total de grupo de Emergencia		22	21	26	22	21	23	

Fuente: Elaboración propia.

Dado que EMAT cuenta con una mano de obra directa de 92 barrenderos para el área de barrido y limpieza, y de acuerdo a la fórmula aplicada el número promedio de barrenderos óptimo para el barrido manual de vías pavimentadas es de 70 personas por jornada laboral, quedando un grupo promedio de 22 barrenderos disponibles en caso

de emergencia, servirán para cubrir faltas, limpieza de campañas y limpieza de ferias o lo que disponga el encargado del área.

Se observa que dentro de la distribución de las nuevas rutas de barrido durante la semana se encuentra dentro del rango del personal disponible.

El personal que será responsable de la limpieza de ferias se encuentra dentro del grupo total de emergencia, siendo el grupo de emergencia los encargados de cubrir faltas, campañas de limpieza, limpieza de ferias y otras actividades que se encuentren dentro de su alcance, recomendando que la distribución para realizar esas actividades sea sujeta a rol.

3.4.15. Indumentaria, herramientas y EPP'S

El personal de barrido de EMAT es el componente esencial y primordial del servicio de limpieza y barrido, ya que es la portada de presentación de nuestro servicio, por lo cual con una correcta organización y distribución de nuestros barrenderos se puede obtener un servicio eficiente. Dichos barrenderos deben contar con equipo de protección personal, seguridad e higiene industrial, salud ocupacional y ergonómicos necesarios, de tal manera que la dotación de indumentaria y equipos de protección personal para el personal de barrido dentro del rediseño del servicio, tomando en cuenta los cambios que tendrá, corresponde al siguiente listado:

TABLA III- 37 Dotación de Indumentaria, Herramientas y EPP'S

Indumentaria	Número de Dotación
Camisa y Pantalón.	2 veces al año.
Chamarra de invierno.	1 vez al año.
Chaleco reflectivo.	2 vez al año.
Impermeable.	1 vez al año.

Gorra y sombrero.	3 vez al año.
Guantes de látex.	24 pares al mes.
Guantes de lana.	2 pares al mes.
Barbijos.	48 unidades al mes.
Bota de punta de acero.	2 pares al año.
Bota de agua.	1 vez al año.
Herramientas para barrido de vías pavimentadas y lavado	Número de dotación
Escoba de Chilca.	Se recomienda realizar la recolección de material y armado de escobas 2 veces al mes.
Basurero.	1 vez cada dos meses.
Carrito.	2 vez al año.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.16. Cobertura de barrido con el rediseño del servicio de barrido y limpieza

Para el rediseño se priorizó la limpieza de lugares públicos como: vías de circulación peatonal (aceras) y de vehículos, plazas, parques, mercados, ferias, lugares de esparcimiento y ocasionalmente estadios, coliseos, ribera de los ríos, y bordes de camino y carreteras.

Llegando a conformarse un total de 10 macrorutas que serán limpiadas durante la semana, a continuación, se presenta una tabla de las características más importantes de las macrorutas:

TABLA III- 38 Longitud de las Macrorutas y Longitud Promedio de las Microrutas de Barrido y Limpieza

N°	Macrorutas	Longitud (km.)	Microrutas	Longitud Prom (km.)
1	Centro -1	48.0	17	2.8
2	Centro -2	36.2	13	2.8
3	Avenidas	21.5	11	2.0
4	Mercados	10.6	5	2.1
5	Norte	54.7	19	2.9
6	Sur	56.7	20	2.8
7	Oeste	43.1	15	2.9
8	Exterminal	5.9	2	3.0
9	Parada Norte	5.1	2	2.6
10	Mercado Abasto	9.5	4	2.4
Total		291.3	108	2.6

Fuente: Elaboración Propia.

Sumando así un total de 291.3 kilómetros lineales de vías públicas, que se encuentran distribuidas en 10 macrorutas y 108 microrutas, con una longitud promedio de las rutas

de 2.6 km, que se barrerán durante la semana en distintas horas y frecuencias, a continuación, se calculó la cobertura de barrido con el rediseño del servicio, con el indicador que se encuentra en la metodología para el cálculo de cobertura.

Este indicador se calculó en porcentaje, es el cociente de la longitud de vías (avenidas y calles) pavimentadas atendidas con barrido y aseo urbano entre la longitud total de vías pavimentadas del municipio, quedando de la siguiente manera:

$$CBM = \frac{LVPB}{LTVP} \times 100\%$$

En donde:

CBM = Cobertura de barrido manual (%).

LVPB = Longitud de vías pavimentadas barridas (km).

LTVP = Longitud total de vías pavimentadas (km)

Reemplazando:

CBM = Cobertura de barrido manual (%).

LVPB = 291.3 km.

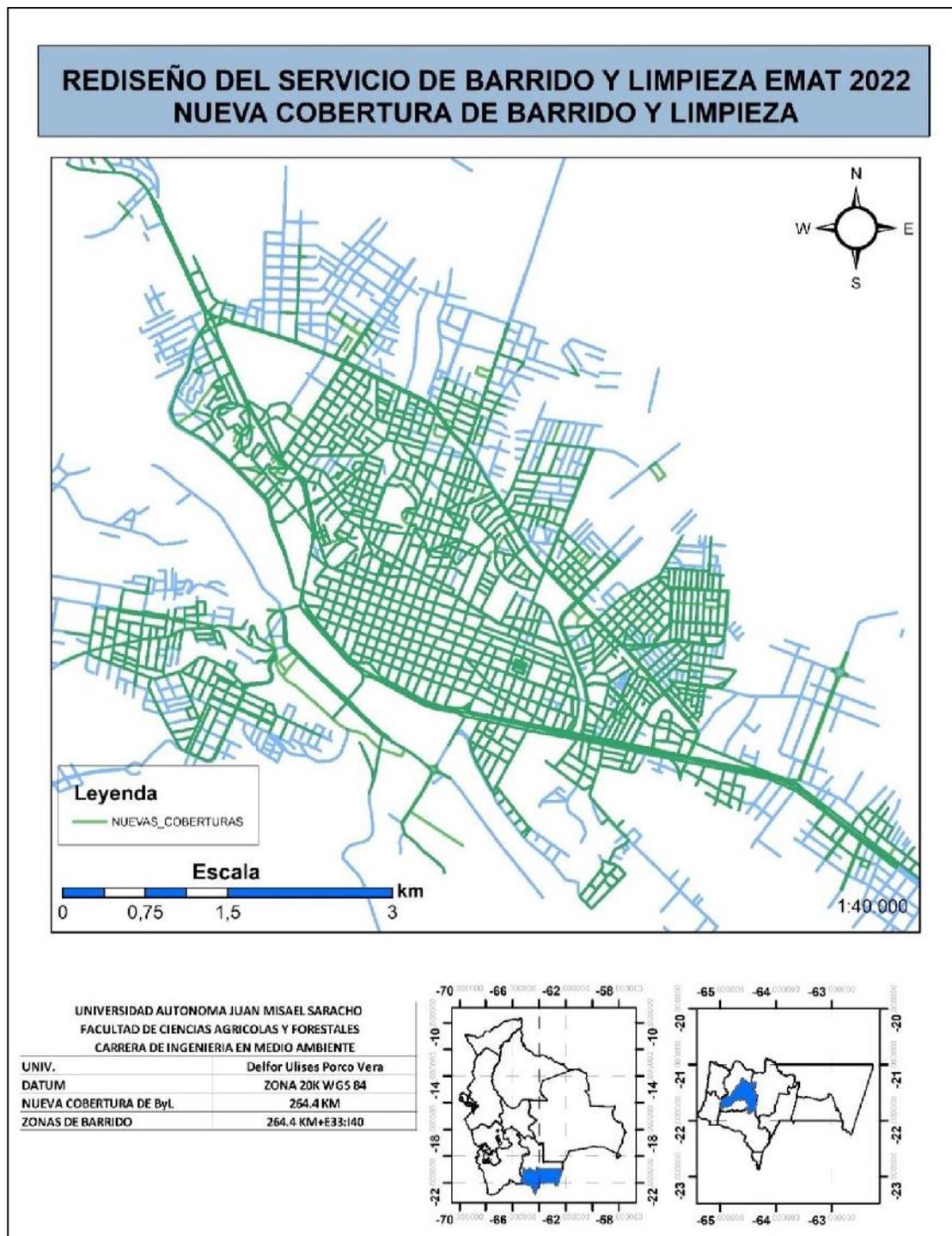
LTVP = 414.3km.

$$CBM = \frac{291.3 \text{ km}}{414.3 \text{ km}} \times 100\%$$

$$CBM = 70 \%$$

Llegando así a un 70% de cobertura del servicio de barrido y limpieza, realizando el barrido y limpieza de las nuevas rutas, a continuación, se muestra un mapa donde se observa la cobertura de barrido con el rediseño, mapa elaborado en ARC GIS.

Fig. III- 34 Mapa de la Cobertura de Barrido y Limpieza con el Rediseño del Servicio de Barrido y Limpieza



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se realizó exitosamente el diagnóstico de la situación actual del servicio de barrido y limpieza de EMAT, en donde se identificó que las zonas y rutas de barridos no están adecuadamente distribuidas y asignadas al personal de barrido y limpieza, que existen dos turnos de trabajo, turno madrugado 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, reflejando también algunas rutas son más cortas que otras, esto debido a que no existe una distribución homogénea de las rutas de barrido, siendo necesario un rediseño de las macrorutas y microrutas de barrido.
- Se determinó que la eficiencia del personal de barrido es de 1.9 km/barrendero de trabajo encontrándose este dentro del rango aceptable a nivel nacional de acuerdo a la GDSAU del MMAyA y la cobertura actual de barrido de vías a cargo de la EMAT es de 37 %.
- A través de la GDSAU del MMAyA se logró definir los parámetros operativos del rediseño del servicio de barrido y limpieza de EMAT, donde se determinó que para la implementación del rediseño del servicio de barrido se necesitará una mano de obra directa neta de 92 barrenderos que se encargarán 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.

- Se Rediseño el Servicio de Barrido y Limpieza siguiendo los lineamientos que nos da la GDSAU de una manera exitosa, donde se aprovecharán los recursos disponibles de una forma más eficiente, se creó macrorutas de barrido donde la distribución de las microrutas es homogenizada, dado que la longitud de cada una está diseñada de acuerdo a la zona en cual se encuentra. se redistribuyó al personal de barrido, se determinó los horarios y frecuencias de barrido de acuerdo a la zona y logrando aumentar la cobertura a un 70% respecto del actual.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una redistribución de rutas de barrido de forma homogénea al personal de barrido tomando en cuenta la zona en la que se encuentra y las características del lugar, además se recomienda implementar un sistema de control digital que facilite el control del personal de barrido por parte de los inspectores.
- Se recomienda utilizar los parámetros de eficiencia del personal de barrido seleccionados para las distintas zonas de la ciudad de Tarija, el cual ayudará a mejorar la eficiencia del personal de barrido de EMAT, también se recomienda priorizar la limpieza y barrido de las vías y áreas públicas principal que son la imagen de la ciudad, sin descuidar las zonas alejadas que también son de importancia.
- Recomienda poder gestionar los recursos económicos y humanos para el área de barrido y limpieza de EMAT, que servirá para adquirir nuevos equipos, herramientas, indumentaria y maquinaria, y reparar los equipos y maquinaria que se encuentran fuera de servicio, se recomienda también disponer de más personal para el área de barrido y así aumentar la cobertura del servicio.
- Se recomienda implementar la propuesta del rediseño del servicio de barrido y limpieza para EMAT, cual tiene el fin de aprovechar todos los recursos económicos y humanos del área de barrido y limpieza de EMAT de la mejor manera y mejorar la eficiencia de los trabajadores y aumentar la cobertura del servicio dentro de la ciudad de Tarija.