

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LAS RUTAS DE
RECOLECCION EN EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN LA EMPRESA DE
SERVICIOS PÚBLICOS DE PAMPLONA, EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.**



PATRICIA LEÓN VARGAS

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PAMPLONA**

2016

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LAS RUTAS DE
RECOLECCION EN EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN LA EMPRESA DE
SERVICIOS PÚBLICOS DE PAMPLONA, EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.**



PATRICIA LEÓN VARGAS

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Industrial

Director del trabajo de grado

PhD. OSCAR ORLANDO ORTIZ RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PAMPLONA

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director de trabajo de grado

Jurado

Jurado

Pamplona, Junio de 2016

PENSAMIENTO

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”

Albert Einstein

DEDICATORIA

A mi familia,

A mis padres, hermanos y familiares por apoyarme en cada paso de mi vida, por ayudarme a cumplir con mis metas, por su esfuerzo y dedicación para ser una persona íntegra con los valores de una buena educación.

A mi novio,

Por ser la persona que llego en el momento más indicado en mi vida, por ayudarme a crecer como persona, por ser un apoyo incondicional, por enseñarme el valor del verdadero amor.

A mis amigos,

Por acompañarme en muchos momentos de mi vida, por el apoyo y la ayuda mutua, porque la amistad es un Don maravilloso que Dios nos dio para compartir.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy gracias a Dios por permitirme llegar aquí y por estar presente en cada momento de mi vida.

A mis padres por ser mi gran ejemplo de vida, por acompañarme en todos los momentos, porque son mi apoyo y por los cuales estoy aquí.

A mis hermanos, los cuales me han brindado su apoyo, con quienes he pasado toda mi vida, me han enseñado grandes valores y me han rodeado de felicidad.

A mi novio Edil Toro Oñate por ser esa persona especial que llegó a mi vida, la cual me ayudó a ser mejor persona, que siempre está presente con su apoyo incondicional, me da fortaleza de seguir adelante y por enseñarme a amar.

A mis amigas, a Mayerline Pabón, Belcy Montes, Dayana Santana, Sandra Carrillo, Laura Cassiani, Andrea Pabón, Laurys Ardila, y Elizabeth Ramírez por acompañarme en los buenos y malos momentos de mi vida, por apoyarme, darme consejos y por enseñarme el verdadero valor de la amistad.

A mis profesores, compañeros de trabajo, al personal operativo de la empresa que de una u otra forma apoyaron en las diferentes etapas de este proyecto para su realización.

A la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. por darme la oportunidad de realizar este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	12
RESUMEN	13
Palabras claves	13
INTRODUCCION	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Formulación del problema	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo general.....	17
3.2 Objetivos específicos.....	17
4. MARCO REFERENCIAL	18
4.1 MARCO TEORICO	18
4.1.1 Estudio de tiempos y movimientos	18
4.2 MARCO CONTEXTUAL	24
4.3 MARCO LEGAL.....	26
4.4 MARCO NORMATIVO.....	28
4.5 ANTECEDENTES.....	30
4.6 ESTADO ACTUAL.....	31
4.6.1 RUTAS DE RECOLECCIÓN RESIDUOS SOLIDOS	31
5. DISEÑO METODOLOGICO	35
5.1 Tipo de investigación	35
5.1.1 Diseño de investigación.....	35
5.1.2 Población.....	35
5.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
5.2 Pasos para el estudio de movimientos	35
5.3 Pasos para el estudio de tiempos.....	36
6. TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	37
6.1 Cronograma.....	37

6.2 Descripción de actividades	38
7. DESARROLLO METODOLOGICO	39
7.1 ESTUDIO DE MÉTODOS.....	39
7.2 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	44
7.2.1 PRIMERA ETAPA	47
7.2.2 SEGUNDA ETAPA	56
8. RESULTADOS.....	58
9. PROPUESTA DE MEJORA	68
10. ANÁLISIS DEL BENEFICIO COSTO	69
11. APLICACIÓN EN HERRAMIENTA MULTIMEDIA	75
12. PRESUPUESTO	77
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	80
ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala ritmo tipo de trabajo.....	19
Tabla 2. THERBLIGS.....	20
Tabla 3. Diagrama de operaciones	22
Tabla 4. Diagrama de flujo	22
Tabla 5. Cronograma de actividades	37
Tabla 6. CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL	41
Tabla 7. CURSOGRAMA ANALÍTICO MEJORADO	42
Tabla 8. Relación vehículos recolectores.....	44
Tabla 9. Estudio de tiempos ruta 1	59
Tabla 10. Estudio de tiempos ruta 6	61
Tabla 11. Diagrama hombre maquina ruta 1.....	64
Tabla 12. Diagrama hombre maquina ruta 6.....	66
Tabla 13. Relación de gastos de combustible de los vehículos	70
Tabla 14. Tiempos promedio mejorados.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.	24
Figura 2. Empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.	25
Figura 3. Vehículo compactador de residuos solidos.....	34
Figura 4. Cursograma sinóptico	39
Figura 5. Diagrama de causa-efecto.....	43
Figura 6. Tiempos ruta 1	47
Figura 7. Tiempos ruta 2	48
Figura 8. Tiempos ruta 2	49
Figura 9. Tiempos ruta 4	50
Figura 10. Tiempos ruta 5	51
Figura 11. Tiempos ruta 6	52
Figura 12. Tiempos ruta 7	53
Figura 13. Tiempos ruta 8	54
Figura 14. Tiempos ruta 9	55
Figura 15. Tiempo promedio ruta 1	56
Figura 16. Tiempo promedio ruta 6.....	57
Figura 17. Flujo bruto de caja	70
Figura 18. Flujo neto	71
Figura 19. Tasa Interna de Retorno	73

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Relleno sanitario regional La Cortada	82
Anexo 2. Vehículos compactadores de residuos solidos	83
Anexo 3. Recolección en puntos de acopio (actual)	84
Anexo 4. Propuesta de contenedores	85
Anexo 5. Rutas	86
Anexo 6. Plano general de las rutas de aseo.....	92
Anexo 7. Formato de salidas en los vehículos.....	93
Anexo 8. Determinación de los puntos críticos en las dos rutas	94

GLOSARIO

Estudio de métodos: Determina de forma detallada los movimientos que el cuerpo debe realizar para ejecutar una operación.

Estudio de tiempos: Es una técnica que permite determinar un tiempo para ejecutar una actividad, teniendo en cuenta el tipo de trabajo, las fatigas que este requiere, así mismo las demoras que en esta labor se puedan presentar,

Eficiencia: Capacidad para cumplir adecuadamente una operación.

Productividad: Relación de la producción por un sistema de producción o servicios y los recursos para su obtención.

Recolección: es el proceso de recogida de los residuos sólidos.

Transporte: es el proceso de acarreo de los residuos sólidos al sitio de disposición final.

Descarga: es el proceso que tienen los residuos sólidos desde que el vehículo entra a sitio de disposición final hasta su salida.

Compactador: es el vehículo dispuesto para la recolección de los residuos sólidos.

Ruta: camino determinado de un sitio a otro.

RESUMEN

EMPOPAMPLONA S.A E.S.P., es una empresa mixta prestadora de servicios públicos domiciliarios, tiene como función principal el tratamiento y comercialización de agua potable, además de ofrecer servicios de alcantarillado y aseo, regida bajo la ley 142 de 1194, superintendencia de servicios públicos, comisión reguladora de agua potable y saneamiento básico CRA, entre otros.

El propósito de este proyecto en la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., es realizar un análisis crítico mediante un estudio de tiempos y movimientos para las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano que permita detallar los tiempos necesarios para ejecutar las diferentes actividades, identificar los tiempos improductivos, optimizar los procesos, aumentar la productividad, reducir los costos y aumentar la eficiencia en la prestación del servicio.

Palabras claves

Costos, tiempos, movimientos, productividad, competitividad, producción, eficiencia.

INTRODUCCION

El presente trabajo se deriva de la realización de las prácticas empresariales en la empresa EMPOPAPMPLONA S.A. E.S.P.

Dicho trabajo se trata de un estudio de tiempos y movimientos en las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano en la ciudad de Pamplona (Norte de Santander), el cual es desarrollado en dos etapas, la primera consiste en un análisis general de la situación en las nueve rutas de recolección, posterior a ello se determinan las dos rutas comparativas, cada una con un compactador diferente, se determinan los tiempo necesarios para cada una de las operaciones, y así mismo de los mejores métodos a utilizar

Además de ello se plantea la aplicación del proceso productivo con su posible mejora.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. es una empresa mixta prestadora de servicio públicos domiciliarios, principalmente tiene como función el tratamiento de agua potable y su comercialización, además de prestar los servicios de aseo y alcantarillado dirigidos a la Ciudadanía Pamplonesa. **[1]**

Como ya se mencionó anteriormente una de las actividades fundamentales dentro de esta organización es la prestación del servicio de aseo que abarca los siguientes procesos: Generación, recolección, transporte, barrido y disposición final de los residuos sólidos urbanos, esta última se lleva a cabo en las instalaciones del relleno sanitario regional “La Cortada”. **(Ver anexo 1)**

El diseño e implementación de rutas y micro rutas de aseo –asociado a las etapas de recolección y transporte constituye un aspecto primordial en la prestación de este servicio, esta actividad se lleva a cabo con la ayuda de los vehículos compactadores.

Hoy en día, la empresa EMPOPAMPLONA S.A E.S.P en el componente de aseo maneja su proceso productivo de una forma muy generalizada por lo que no cuenta con ningún trabajo de estudio de tiempos y movimientos que ofrezca las herramientas necesarias para determinar cuan eficiente es el proceso y los verdaderos costos que se generan al interior de esta actividad.

1.1 Formulación del problema

¿Es posible mejorar la eficiencia y reducir costos en las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano prestado por la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. a través de un estudio de tiempos y movimientos?

2. JUSTIFICACIÓN

El manejo de los residuos sólidos es un elemento esencial para el medio ambiente y la sociedad, si este no se lleva de una forma adecuada puede producir enfermedades y un fuerte impacto en nuestro hábitat, por lo tanto es necesario que se desarrollen lineamientos que permitan manejar de una forma adecuada desde la generación de residuos sólidos urbanos hasta su disposición final. **[2]**

La empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. es una de las instituciones más importantes para la ciudad cuya labor genera un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes a través de una adecuada prestación en el servicio de aseo.

El siguiente proyecto pretende desarrollar un estudio de tiempos y movimientos para las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano en la empresa de servicios públicos de Pamplona, EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. para eliminar tiempos improductivos (muertos), minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios, reemplazar métodos utilizados, con el fin de reducir los costos en la operación y aumentar la eficiencia en la prestación del servicio de aseo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos para las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano en la empresa de servicios públicos de Pamplona, EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar los tiempos y movimientos en las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano en la empresa de Servicios Públicos de Pamplona.
- ✓ Analizar la relación beneficio/costo a partir de la mejora en las rutas de recolección en el servicio de aseo urbano.
- ✓ Aplicar el proceso productivo mejorado en una herramienta multimedia.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEORICO

De acuerdo a Carlos López Administrador de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia, especialista en internet, menciona algunos aspectos importantes acerca de “El estudio de tiempos y movimientos”. [3]

4.1.1 Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica utilizada desde finales del siglo XIX combinando tanto el trabajo de Estudio de Tiempos realizado por Frederick Winslow Taylor (1856-1915) junto con el trabajo de Estudio de Movimientos de Frank y Lillian Gilberth (1841-1925) y con el fin de aumentar la producción y reducir los costos dentro de una organización.

Estudio de tiempos

Es una técnica que permite determinar el tiempo para ejecutar una actividad, teniendo en cuenta el tipo de trabajo, las fatigas que este requiere, así mismo las demoras que en esta labor se puedan presentar, con ello eliminar los tiempos improductivos o tiempos muertos.

Objetivos del estudio de tiempos

- Disminuir los tiempos requeridos para ejecutar una operación.
- Minimizar los costos.
- Aumentar la producción y que esta sea de calidad.

Métodos

El estudio de tiempos está constituido por dos métodos, el método continuo: el reloj funciona desde el inicio del primer elemento, se lee al final del estudio, este funciona de modo ininterrumpido y el método de regresos a ceros: el cronometro parte de cero, se lee cuando termina cada elemento y se vuelve a cero para cronometrar el siguiente elemento.

Escalas de valoración del ritmo tipo

Ritmo tipo para cada una de las operaciones: es aquel en el que un operario calificado trabaja naturalmente y sin forzarse. (Este tiene un puntaje de 100).

Tabla 1. Escala ritmo tipo de trabajo

VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo, adrede mientras lo observan.
100 Ritmo tipo	Activo. Capaz, como de obrero calificado, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y de precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado.
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuosos", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoraci%C3%B3n-del-ritmo-de-trabajo/>

Según la tabla 1, se puede observar la escala de valoración del ritmo tipo de trabajo, con la cual se da la calificación para los trabajadores, teniendo en cuenta la valoración de 100 como el ritmo tipo, o el ritmo normal que el trabajador debe emplear para realizar una operación, los valores menores de 100 representan un menor desempeño y los valores mayores de 100 representan desempeño activo, muy rápido o excepcional.

Estudio de métodos

Determina de forma detallada los movimientos que el cuerpo debe realizar para ejecutar una operación.

Objetivos del estudio de movimientos: Tiene como objetivo principal eliminar los movimientos que sean innecesarios y que estos se realicen de forma eficaz.

Métodos

- Estudio visual de los movimientos: el cual es más sencillo y su costo es relativamente bajo.
- Estudio de los micros movimientos: es de gran interés cuando hay labores que requieren de muchas acciones y su tiempo es amplio al igual que su repetición.

Esposos Gilberth y los 17 movimientos básicos del cuerpo

El estudio permitió identificar un total de 17 elementos básicos que podrían ser utilizados en cualquier actividad para reducir movimientos y los denominó THERBLIGS invirtiendo su apellido y asignando a cada uno de ellos un símbolo y un color respectivamente.

Tabla 2. THERBLIGS

THERBLIG	LETRA O SIGLA	COLOR
Buscar	B	Negro
Seleccionar	SE	Gris claro
Tomar	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín

Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul cielo
Inspeccionar	I	Ocre quemado
Ensamblar	E	Violeta oscuro
Desensamblar	DE	Violeta claro
Usar	U	Purpura
Retraso inevitable	DI	Amarillo ocre
Retraso evitable	DEV	Amarillo limón
Planear	PL	Castaño o café
Descansar	DES	Naranja

Fuente: Benjamín, Niebel, Ingeniería Industrial.

Según la tabla 2, se puede observar los 17 movimientos para completar cualquier tarea laboral, denominados THERBLIGS, este nombre se debe al invertir el apellido de los esposos GILBERTH, y los cuales se clasifican en movimientos eficientes e ineficientes.



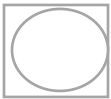
LA ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS Y SUS PRINCIPIOS

El trabajo se debe realizar dependiendo de la capacidad del trabajador, teniendo en cuenta la tarea a realizar, los músculos utilizados y el tipo de fuerza.

- **Calificación del desempeño:** se evalúa la velocidad, destreza, movimientos falsos, ritmo, coordinación, efectividad, entre otros.
- **Diseño del lugar de trabajo:** el lugar debe ser ajustado dependiendo de las personas que laboren en él, las herramientas y el equipo de trabajo se deben ajustar al trabajador, con el fin de aumentar la eficiencia y la producción.
- **Diagrama de operaciones:** este diagrama nos permite visualizar el orden o secuencia de las actividades que requiere un determinado proceso, igualmente nos permite observar la materia prima y materiales para la

elaboración de producto.

Tabla 3. Diagrama de operaciones



SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformación de la materia prima
	Inspección	Revisión de la cantidad o la calidad
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad o cantidad.




Fuente: elaboración propia, a partir de datos de PROVERIFICA (Definición de Diagramas Complejos de Salud en el Trabajo)

Según la tabla 3, se puede observar el diagrama de operaciones con su respectivo símbolo, significado y la descripción de cada uno de ellos, el cual nos aporta la información necesaria para realizar los debidos análisis de las operaciones.

Diagrama de flujo: permite visualizar las distancias recorridas, demoras y almacenamientos que pueden ser revisados con el fin de minimizar estos costos.

Tabla 4. Diagrama de flujo

Símbolo	Significado	Descripción
	Operación	Transformación de la materia prima
	Inspección	Revisión de la cantidad o la calidad

	Transporte	Mueve o traslada
	Almacenamiento	Posee, retiene o almacena
	Demora	Interferencias o retrasos

Fuente: elaboración propia, a partir de datos de PROVERIFICA (Definición de Diagramas Complejos de Salud en el Trabajo)

Según la tabla 4, se puede observar el diagrama de flujo con el símbolo, significado y descripción, este diagrama nos permite tener una secuencia de las operaciones para así determinar una posible solución.

De acuerdo a Ing. Anasofia R, Ing. Germán S., Ing. Manuel S. Unexpo, hablan acerca de las ventajas de Estudio de tiempos y movimientos. [4]

Ventajas del estudio de tiempos y movimientos

- ✓ Reduce el tiempo para ejecutar un trabajo
- ✓ Minimiza costos
- ✓ Aumenta la producción sin alterar los recursos de energía
- ✓ El producto final es confiable, con una alta calidad
- ✓ Elimina movimientos innecesarios y aumenta los movimientos eficientes
- ✓ Determina la cantidad de trabajo
- ✓ Controla desperdicios

4.2 MARCO CONTEXTUAL

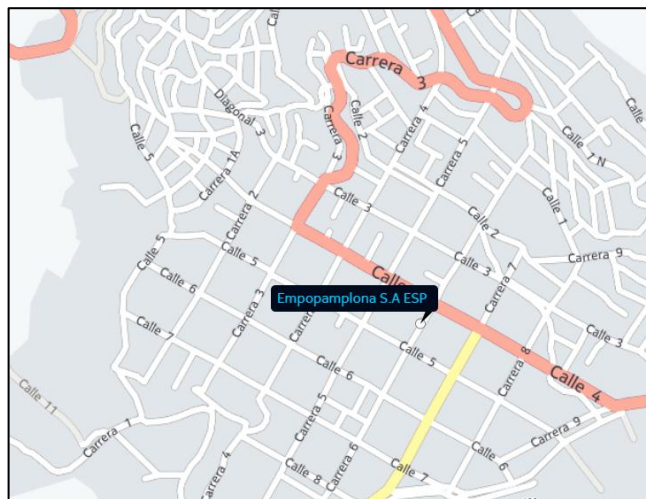
A continuación se presenta información de la empresa. Tomado de documento PDF EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. Empresa de servicios públicos. [5]

La empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. SE encuentra ubicada en la ciudad de Pamplona (Norte de Santander), en la carrera 6 N° 4-65.

EMPOPAMPLONA S.A. – E.S.P., es una Empresa de Servicios Públicos, dedicada a producir, comercializar agua potable, además de prestar los servicios de alcantarillado y aseo, de acuerdo a lo dispuesto en la ley 142 y otros decretos. Esta empresa está vigilada por la superintendencia de servicios públicos, la comisión reguladora de agua potable (CRA).

EMPOPAMPLONA S.A. E.SP. Tiene por objeto la prestación de los servicios públicos, llevando casi 51 años al servicio de la ciudadanía pamplonesa, está enmarcada en la calidad de vida de la población, con niveles superiores en eficacia, calidad y eficiencia.

Figura 1. Ubicación de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.



Fuente: Google maps

En la figura 1, se puede visualizar el plano de la ciudad de Pamplona, y la ubicación de la empresa EMPOPAMPLONA S. A. E.S.P., en la carrera 6 N° 4-65.

Figura 2. Empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.



Fuente: Google. <https://lordeliz1.files.wordpress.com/>

En la figura 2, se puede observar la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

4.3 MARCO LEGAL

Lo siguiente muestra los direccionamientos del DECRETO 2981 por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. [6]

Artículo 3. Principios básicos para la prestación del servicio de aseo. Se debe observar que la prestación del servicio de aseo sea eficiente para toda la población, con alta calidad, promover el aprovechamiento y así mismo reducir el impacto tanto para salud como el medio ambiente.

Artículo 4. Calidad del servicio de aseo. El servicio de aseo debe prestarse con calidad, y con la continuidad establecida para mantener limpia la ciudad e incentivar el aprovechamiento.

Artículo 6. Responsabilidad de la prestación del servicio de aseo. Debe prestarse a todos los habitantes de manera eficiente.

Artículo 14. Actividades del servicio público de aseo. Recolección, transporte, barrido, limpieza de vías y áreas públicas, transferencia, aprovechamiento, tratamiento, disposición final y lavado de áreas públicas.

Artículo 28. Requisitos de la actividad de recolección. El proceso de recolección se debe realizar de modo que minimice el ruido, y el esparcimiento de los residuos en las vías públicas, y en caso de que se presente el esparcimiento la entidad prestadora del servicio debe encargarse del barrido para que la zona quede limpia, las personas deben contar con los equipos y mecanismos suficientes, para las zonas que cuenten con cajas de almacenamiento la entidad prestadora del servicio de aseo deben instalar las que sean necesarias de acuerdo a los tipos de residuos, el horario y la frecuencia de recolección., el proceso de compactación debe realizarse en sitios alejados de los hospitales, centros educativos, clínicas, entre otros con lo cual no cause molestias de ruido, la entidad prestadora del servicio de debe encargarse de capacitar al personal del servicio público de aseo, dotarlo con equipos de protección personal (EPP), y los lixiviados generados en el proceso de recolección deben ser depositados en el sitio de disposición final para su respectivo tratamiento.

Artículo 32. Horarios de recolección. Debe establecerse el horario de acuerdo a la cantidad de residuos generados, características de la zona, el clima, capacidad del vehículo y el tránsito generado.

Artículo 33. Frecuencias de recolección. Depende de la cantidad de residuos, el aprovechamiento que se da a la zona, características del clima, entre otros.

Artículo 36. Normas sobre recolección a partir de cajas de almacenamiento. Para el uso de cajas de almacenamiento debe tenerse en cuenta que: la cantidad sea suficiente, las cajas deben ser compatibles con los vehículos de recolección, evitar los puntos críticos en áreas públicas, estas cajas de almacenamiento debe tener la debida limpieza e higiene.

4.4 MARCO NORMATIVO

A continuación se presentara el título F llamado Recolección de residuos, barrido manual y mecánico de vías, limpieza de áreas públicas, cortes y podas en áreas públicas, tomado del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS [7]

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS

Frecuencia de la recolección: para los diferentes establecimientos se tiene en cuenta: el tipo de vías, centros de atención de salud, zonas industriales y plazas públicas. La entidad prestadora de aseo debe ofrecer al menos 2 veces al año el servicio de recolección de residuos pesados como: neveras, muebles, entre otros.

Recolección selectiva: el proceso de recolección se debe hacer de forma simultánea con la recolección convencional, se tienen en cuenta la localización de los generadores, las vías existentes y zonas de difícil acceso.

Rendimiento de la recolección: se deben realizar con las debidas formulas, con el propósito de minimizar los costos.

- Tiempo de recolección: Es el tiempo requerido para llenar el vehículo de recolección.
- Tiempo de transporte: Tiempo comprendido desde el llenado del vehículo de recolección hasta su entrega en el sitio de disposición final y regreso al sitio de recolección.
- Tiempo de descarga: Es el tiempo comprendido desde la llegada del vehículo al sitio de disposición final hasta su salida.
- Tiempos muertos: es la suma de los tiempos de viaje desde el garaje del vehículo recolector hasta el inicio de la ruta de recolección, al comenzar el día de trabajo, igualmente los tiempos de viaje desde el sitio de disposición final al sitio de almacenamiento de los vehículos de recolección al terminar la jornada de trabajo, además de los tiempos inherentes al personal de la

cuadrilla, como almuerzos, fatigas, que afectan la eficiencia del recolector, despacho de vehículos, accidentes, entre otros.

- **Horarios de recolección:** la entidad prestadora de aseo debe determinar los horarios teniendo en cuenta los diferentes factores como clima, características de la zona, la jornada de trabajo, entre otras.

4.5 ANTECEDENTES

A continuación se presenta información general de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.SP. Formato de INFORMACION TECNICA DEL SERVICIO DE ASEO. [8]

La empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., en el servicio de aseo cuenta con los siguientes componentes que son: generación, recolección, barrido de vías, áreas públicas y la disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Con respecto a la generación cuenta con 13.578 suscriptores, los cuales 12.704 son residenciales y 874 son no residenciales, al mes se recolectan y transportan 1052 toneladas de residuos sólidos urbanos.

La frecuencia de recolección en el área urbana es de 2 y 3 veces a la semana, existen 9 rutas de recolección de residuos sólidos urbanos y 3 vehículos recolectores. **(Ver anexo 2)**

El proceso de recolección empezó de una forma empírica en las cuales los conductores se iban repartiendo los diferentes barrios para el proceso de aseo, con el tiempo se establecieron unas rutas, las cuales fueron repartidas las partes del centro de la ciudad y las partes alejadas, para cada conductor.

4.6 ESTADO ACTUAL

A continuación se presenta la información acerca de las rutas de recolección de residuos sólidos de acuerdo al informe Información técnica del servicio de aseo. [9]

4.6.1 RUTAS DE RECOLECCIÓN RESIDUOS SOLIDOS

COMPACTADOR OWG883: Conductor Gerson Luna

RUTA

Lunes: Inicia en Jurado, Monteadentro, los tanques, Patinodromo, puente Ospina, el pinar, los molinos del Zulia, urbanización la campiña, urbanización días parada, urbanización los Alpes, avenida Santander, colegio normal, provincial y la sallé, coliseo chepe acero, la sallé, urbanización Almeyda, La fosforería, El Nogal, vía salida a Bucaramanga, Romeritos, Villa Juliana, Escuela Mistral, Juan XIII parte baja, universidad de Pamplona, rampa las Américas, entrada principal universidad de Pamplona, el buque, Rampa galán, Kennedy, cementerio, sector capilla Galán, detrás del cementerio. Pasaje Faria (turno). **6:00pm a 12:00pm**

Martes: Inicia en el barrio Galán, urbanización campo amor, urbanización san Rafael, urbanización los pinos, avenida celestino Villamizar, pasaje san José, baldosines amatista, barrio las Américas, urbanización agosto Villamizar, urbanización villas de san Juan, urbanización los sauces, urbanización romero, urbanización el portal de babarúa, urbanización la esperanza, clínica Saludcoop, Pasaje Saludcoop, barrio el Florián, bomberos, urbanización san francisco. **6:00pm a 12:00pm**

Miércoles: Inicia en barrios unidos, hospital, calle 5, pasaje Caicedo, barrio Brighton, calle 6, Santo domingo. Pasaje Faria (turno). **6:00pm a 10:00pm**

Jueves: Inicia en jurado, Monteadentro, los tanques, Patinodromo, puente Ospina, el pinar, los molinos del Zulia, urbanización la campiña, urbanización días parada, urbanización los Alpes, avenida Santander, colegio normal, colegio provincial y la Sallé, coliseo chepe acero, la sallé, urbanización Almeyda, La fosforería, El Nogal, vía salida a Bucaramanga, Villa juliana, escuela mistral, romeritos, Juan XIII parte

baja, universidad de Pamplona, rampa las Américas, entrada principal universidad de Pamplona, el buque, Rampa galán, Kennedy y cementerio. **6:00pm a 10:00pm**

Viernes: Inicia en el barrio Galán, urbanización campo amor, urbanización san Rafael, urbanización los pinos, avenida celestino Villamizar, pasaje san José, baldosines amatista, barrio las Américas, urbanización agosto Villamizar, urbanización villas de san Juan, urbanización los sauces, urbanización romero, urbanización el portal de babaría, urbanización la esperanza, clínica Saludcoop, Pasaje Saludcoop, barrio el Florián, bomberos, urbanización san francisco, calle 5, calle 6, barrios unidos, pasaje Caicedo y Brighton. Pasaje Faria (turno). **6:00pm a 12:00pm**

Combustible: ACPM 45 galones

3 auxiliares de carro

COMPACTADOR OWG882: Conductor Miguel Anteliz

RUTA

Lunes: Inicia casona de la Universidad, Cra 4, Cra 5, Cra 6, Cra 7, calle 5, calle 6, calle 7, calle 8, barrio los treses, Santo domingo, Brighton, parque, plazuela, Pasaje cruz, con todos los pasajes (Caicedo, Toto, Humilladero, faria, solar de los abuelos, Caicedonia, Cecilia, san Fermín). Pasaje Faria (turno). **6:00pm a 12:00pm**

Martes: Inicia centrales, carrera 8, calle 3, calle 4, barrio el Carmen, tinto redondo, chichira, chapinero, sector hospital, salsamentaría, feria, Camellón, topón, Águeda gallardo, parque afanador, seminario menor, seminario mayor, ISER, plazuela bolívar con todos los pasajes (Paloma, Lara, Yolanda, Cruz, Cerezos, San Fermín, Turbay, Carmelitano). **6:00pm a 12:00pm**

Miércoles: Inicia casona de la Universidad, Cra 4, Cra 5, Cra 6, Cra 7, calle 7, calle 8, barrio los treses, parque, plazuela, pasaje cruz, Santo domingo, con todos los pasajes. Pasaje Faria (turno). **6:00pm a 10:00pm**

Jueves: Inicia centrales, carrera 8, calle 3, calle 4, barrio el Carmen, tinto redondo, chichira, chapinero, sector hospital, salsamentaría, feria, camellón, Topón, Águeda gallardo, parque afanador, seminario menor, seminario mayor, ISER, plazuela

bolívar con todos los pasajes (Paloma, Lara, Yolanda, Cruz, Cerezos, San Fermín, Turbay, Pasaje carmelitano). **6:00pm a 10:00pm**

Viernes: Inicia casona de la Universidad, Cra 4, Cra 5, Cra 6, Cra 7, calle 5, calle 7, calle 8, barrio los treses, parque, plazuela, Santo domingo, Pasaje cruz, San Fermín, con todos los pasajes (Caicedo, Toto, Humilladero, faria, solar de los abuelos, Caicedonia, Cecilia, san Fermín). Pasaje Faria (turno). **6:00pm a 12:00pm**

Combustible: ACPM 45 galones

3 auxiliares de carro

COMPACTADOR OWG526: Conductor Camilo Torres

RUTA

Lunes: Cristo rey, puesto de salud, Juan XIII, la trinidad, san Pedro, simón bolívar, villa cristina, Cote Lamus, Hilda María, pasaje Gutiérrez. **6:00pm a 2:00am**

Martes: Santa marta, orfanato, tres esquinas, pica piedra, DAS, El contenido, El Guamo, la piscina, cinco casas (palos blancos), Animes, El Buque, urbanización las margaritas, Benhabitat. **6:00pm a 12:00am**

Miércoles: Barrio el progreso, trinidad, san Pedro, pasaje Almeyda, la burrera (san francisco), Norgas, Cote Lamus, El Olivo, Hilda María, pasaje Gutiérrez. **6:00pm a 11:00pm**

Jueves: Cristo rey, Simón Bolívar, Juan XXIII. **6:00pm a 11:00pm**

Viernes: Santa marta, el progreso, trinidad, san Pedro, la burrera (san francisco), DAS, orfanato, Contenido, guamo y piscina, cinco casas, Animes, Buque, Urbanización las margaritas, pasaje Gutiérrez, Hilda María, El olivo, Benhabitat. **6:00pm a 2:00am**

- **Fin de semana**

Sábado: Recogido de barrido, parque plazuela, calle real, camellón, hospital, centro de acopio, terminal, vuelta de los adioses, mercados, hotel cariongo, Avenida celestino, la cárcel en la mañana, batallón, cementerio Jardines de Pamplona. **6:00am a 12:00pm-4:00pm a 6:00pm**

Domingo: Recorrido de barrido, parque Águeda gallardo, plazuela Almeyda, plazuela bolívar, avenida celestino, camellón, calles y carreras 3, 4, 5, 6, 7 y 8, mercados. **6:00am a 12:00pm**

Combustible: gasolina 120 galones

3 auxiliares de carro

Figura 3. Vehículo compactador de residuos solidos



Fuente: Trabajo de campo (Abril 11 de 2016, 5:00 pm)

En la figura 3, se puede observar uno de los vehículos compactadores de los residuos sólidos, con una capacidad de 9 toneladas.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 Tipo de investigación

En este proyecto el tipo de investigación que se va a utilizar es descriptiva ya que se va a observar y describir el comportamiento de los trabajadores, que tengan pleno conocimiento del trabajo a realizar sin influir sobre ellos, además se van a tomar en cuenta los procesos, actividades y objetos o máquinas, con el fin de relacionar estas variables, recolectar los datos necesarios, analizarlos y generar ideas que contribuyan a la mejora de éstos procesos dentro de la organización.

5.1.1 Diseño de investigación

En esta investigación la estrategia que se va a utilizar es la investigación de campo ya que los datos son extraídos desde la realidad en las operaciones, sin entrar a la manipulación o influir sobre ellos.

5.1.2 Población

La población que se va trabajar en este proyecto son los 13.578 suscriptores de la ciudad de Pamplona.

5.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación directa
- Análisis documental

5.2 Pasos para el estudio de movimientos

1. Definir
2. Recoger
3. Examinar
4. Considerar
5. Aplicar
6. Mantener en observación

5.3 Pasos para el estudio de tiempos

1. Llevar un registro de la información de la tarea, del operario y de las condiciones que influyan en el trabajo para los procesos de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos.
2. Descripción del método de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos descomponiendo estas operaciones en elementos.
3. Examinar los elementos, analizar si se están utilizando los mejores métodos.
4. Calcular el número de ciclos de trabajo que deben cronometrarse para cada elemento de trabajo.
5. Realizar el número requerido de observaciones.
6. Calcular el tiempo de ciclo para cada elemento del trabajo.
7. Calcular el tiempo normal para cada elemento del trabajo
8. Calcular el tiempo estándar para cada elemento del trabajo.

6. TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

6.1 Cronograma

Tabla 5. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	Febrero				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Observar y analizar los procesos de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos.																				
2. Tomar los tiempos y movimientos para cada operación.																				
3. Definir los tiempos y movimientos necesarios para las operaciones.																				
4. Comparar los resultados actuales con los mejorados mediante la aplicación en una herramienta multimedia.																				
5. Presentar el informe final																				

Fuente: elaboración propia

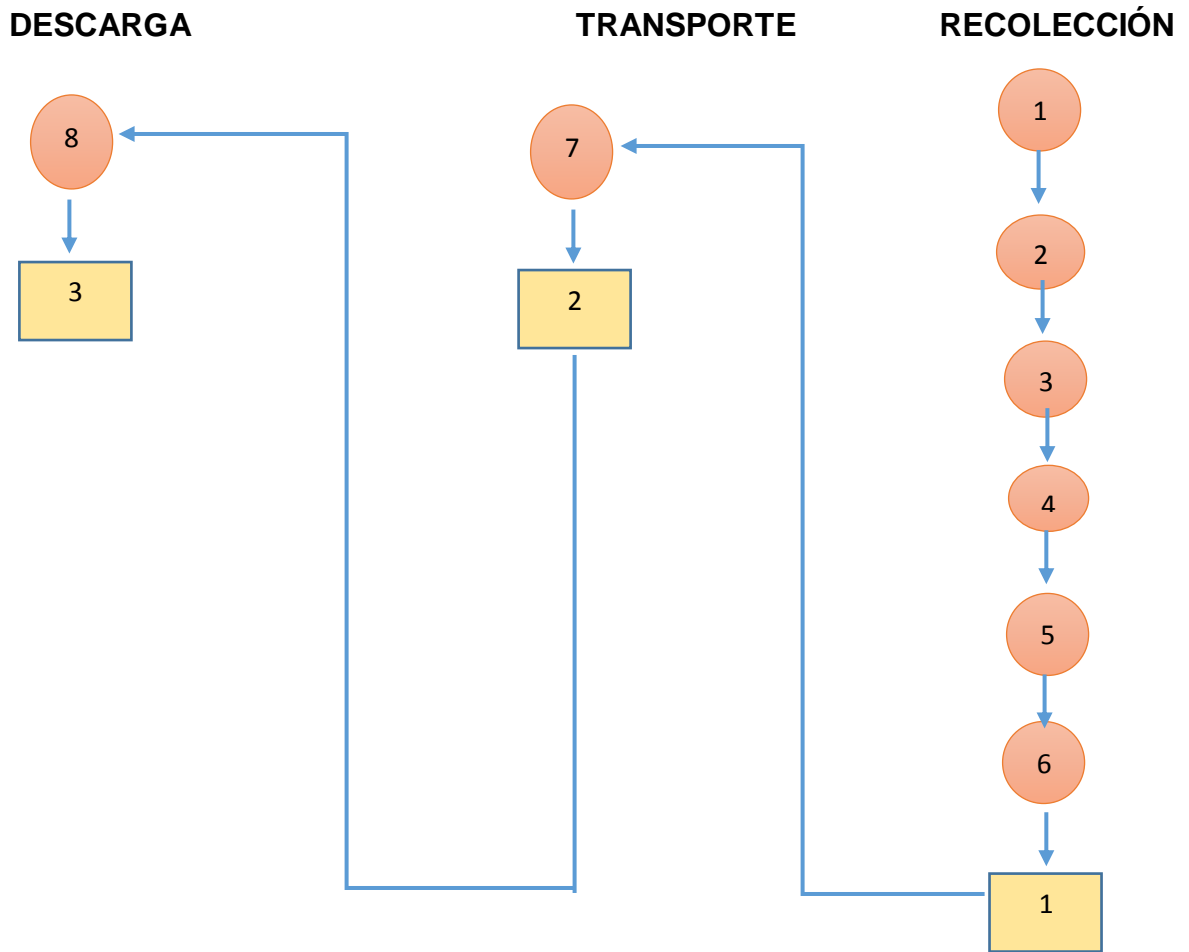
6.2 Descripción de actividades

1. Observar y analizar los procesos de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos.
 - Esta primera actividad consiste en ir a realizar la observación directa en los vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos hasta su disposición final, así mismo analizar cómo se está ejecutando esta operación, e ir anotando los aspectos relevantes.
2. Tomar los tiempos y movimientos para cada operación.
 - Esta segunda actividad consiste en tomar los tiempos y analizar los movimientos que se realizan para las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos, aplicar la metodología del estudio de tiempos y movimientos descomponiendo este proceso en elementos.
3. Definir los tiempos y movimientos necesarios para la operación.
 - Con los anteriores resultados tomar la decisión de cuál es el mejor método que se debe utilizar los procesos de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos hasta su disposición final, tomando en cuenta los nuevos tiempos establecidos y los movimientos que se requieren para cada actividad.
4. Comparar los resultados actuales con los mejorados mediante la aplicación en una herramienta multimedia.
 - Con la ayuda de una herramienta de multimedia, realizar la aplicación con el estudio de tiempos y movimientos, realizando los respectivos análisis.
5. Presentar el informe final
 - En esta última actividad se dará a conocer la metodología aplicada en la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., el resultado que se obtuvo con este proyecto y las mejoras de los procesos tanto en costos como eficiencia en la prestación del servicio.

7. DESARROLLO METODOLOGICO

7.1 ESTUDIO DE MÉTODOS

Figura 4. Cursograma sinóptico



Fuente: elaboración propia

Según la figura 4, se puede observar el cursograma sinóptico del proceso de recolección de los residuos sólidos, su transporte y la descarga, aquí podemos visualizar la secuencia de las operaciones para este proceso productivo.

A continuación se exponen las operaciones e inspecciones con las respectivas actividades del cursograma anterior.

Operaciones








1. Buscar los residuos solidos
2. Seleccionar si este material se puede recoger
3. Tomar el material seleccionad
4. Mover el material hasta el vehículo recolector de residuos solidos
5. Sostener el material
6. Soltar el material en el compactador
7. Preparar el vehículo para su transporte
8. Proceso de descargue del vehículo en las instalaciones del relleno sanitario











Inspecciones



1. Inspeccionar el proceso de compactación o prensado cada vez que sea necesario
2. Examinar que el vehículo este en óptimas condiciones para el transporte de residuos sólidos.
3. Inspección por parte de los auxiliares que el vehículo quede vacío en el proceso de descargue.

Tabla 6. CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL






CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO	RESUMEN			
	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
Diagrama: N°3 Proceso: Recolección de residuos sólidos en puntos de acopio. Método: Actual Realizado por: Patricia León		3	6min y 35 s	
		1	5min	12 metros
		1	1min	
		1	4min	
		0	0	






NO.	ACTIVIDAD	SIMBOLO					Tiem po	Distancia	OBSERVACIONES
									
1	Entra el vehículo al punto de acopio						5 min	12 metros	El vehículo actualmente entra hasta los puntos donde se encuentran los residuos
2	Recoge los residuos sólidos						6 min		
3	Realiza la respectiva limpieza						4 min		
4	Inspeccionar que no queden residuos						1 min		
5	Prensado						35 s		

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 6, se puede observar el cursograma analítico actual con las actividades que están relacionadas a este proceso, además se le asignó a cada operación un símbolo, se relaciona el tiempo necesario para ejecutar esta actividad, así mismo la distancia para entrar a un sitio de difícil acceso.

Tabla 7. CURSOGRAMA ANALÍTICO MEJORADO

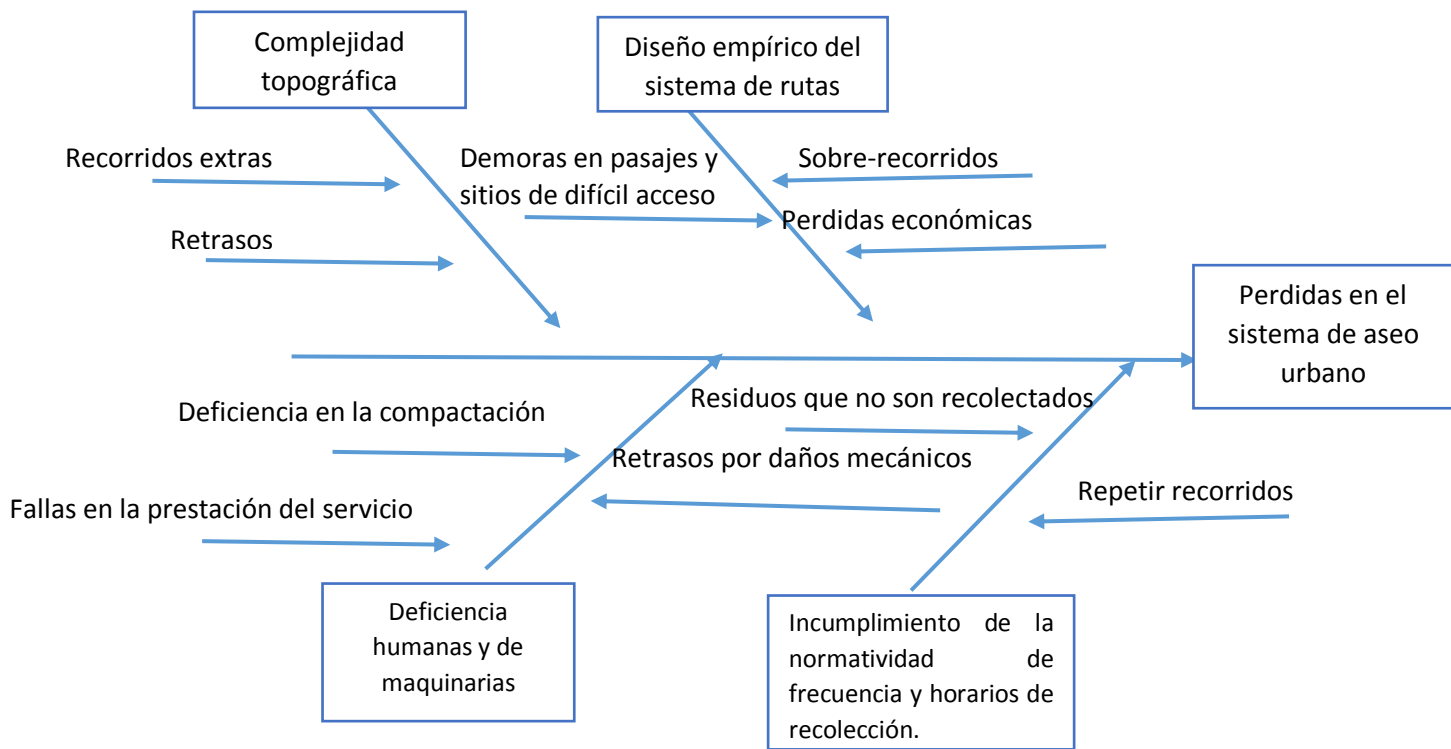
CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO Diagrama: N°3 Proceso: Recolección de residuos sólidos en puntos de acopio. Método: Mejorado Realizado por: Patricia León	RESUMEN			
	SIMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
		3	6 min y 35 s	
		0	1 min	2 metros
		1	1min	
		0	0	
	0	0		

NO.	ACTIVIDAD	SIMBOLO					Tiem po	Distan cia	OBSERVACIONES
									
1	Entra el vehículo al punto de acopio						1 min	2 metros	El punto de acopio se coloca de modo que el vehículo no tenga que entrar a todo el pasaje
2	Recoge los residuos sólidos						6 min		
3	Inspeccionar que no queden residuos						1 min		
4	Prensado						35s		

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 7, se puede visualizar el cursograma analítico del proceso mejorado, con el análisis de la anterior tabla se puede optimizar un proceso si se elimina la limpieza de un punto crítico, además los tiempos en las demás operaciones se reducirán lo mismo que la distancia.

Figura 5. Diagrama de causa-efecto



Fuente: elaboración propia

Según la figura 5, se puede determinar el problema que actualmente está afectando el sistema de aseo urbano, cada una de las ramas principales nos muestra las causas y las ramas secundarias las sub-causas dentro de este sistema.

7.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

Paso 1. Llevar un registro de la información de la tarea, del operario y de las condiciones que influyan en el trabajo para el proceso de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos.

- Información de la tarea:

Proceso de recolección: esta tarea consiste en la recogida de los residuos sólidos urbanos en las vías públicas.

Proceso de transporte: es el proceso de traslado a la planta.

Proceso de descargue: proceso que incluye el depósito de los residuos sólidos en el relleno.

- Información del operario: el proceso de recolección y transporte cuenta con 3 vehículos recolectores de residuos sólidos y 3 conductores, con 9 rutas establecidas.
- Información del vehículo:

Tabla 8. Relación vehículos recolectores

LICENCIA	PLACA	MARCA	MODELO	LINEA	CILINDRAJE	COLOR
10001782688	OWG-882	CHEVROLET	2012	FVR	7127	BLANCO ARCO
10001782802	OWG-883	CHEVROLET	2012	FVR	7127	BLANCO ARCO
188122	OW-7526	CHEVROLET	1988	C70		AZUL CIELO

COMBUSTIBLE	CAPACIDAD Yd3	CAPACIDAD TON	SERVICIO
DIESEL	16	9 TONELADAS	OFICIAL
DIESEL	16	9 TONELADAS	OFICIAL
GASOLINA	16	8 TONELADAS	OFICIAL

Fuente: EMPOPAMPLONA S.A. E.SP., Archivo Licencia de transito de los vehículos

Según la tabla 8, se puede observar la relación de los vehículos recolectores de residuos sólidos y toda la información necesaria de cada uno de ellos.

Paso 2. Descripción del método de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos descomponiendo estas operaciones en elementos.

Método de recolección, transporte y descarga

- ✓ Tiempo de carga en puntos de acopio (**ver anexo 3**)
- ✓ Tiempo de carga en pasajes
- ✓ Tiempo de recolección
- ✓ Tiempo de transporte
- ✓ Tiempo de descarga
- ✓ Tiempo de volteo
- ✓ Tiempo muerto
- ✓ Tiempo entre ruta

Paso 3. Examinar los elementos, analizar si se están utilizando los mejores métodos.

- ✓ Tiempo de carga en puntos de acopio: es el tiempo que dura en la recogida de los residuos en puntos con alta cantidad de desechos.
- ✓ Tiempo de carga en pasajes: tiempo de carga en los pasajes, en muchas ocasiones los auxiliares entra en los pasajes y otras veces es el vehículo el que entra a los pasajes, este aspecto presenta uno de los tiempos más altos.
- ✓ Tiempo de recolección: el llenado del vehiculó depende de la capacidad de cada uno de ellos.
- ✓ Tiempo de transporte: el vehículo realiza la ruta correspondiente hasta que este se llena y va al relleno sanitario con una frecuencia entre 2 y 3 veces, así mismo vuelve al lugar de la ruta.
- ✓ Tiempo de descarga: este se realiza desde la entrada al relleno sanitario, hasta el momento de su salida.

- ✓ Tiempos muertos: son los tiempos comprendidos entre la salida del vehículo a la ruta y de la ruta al estacionamiento al terminar el día, además de los tiempos inherentes al personal que labora ya sean tiempos muertos necesarios o innecesarios
- ✓ Transporte entre ruta: es el recorrido que deben realizar los vehículos para llegar de un lugar a otro pero dentro de la misma ruta.

Paso 4. Calcular el número de ciclos de trabajo que deben cronometrarse para cada elemento de trabajo.

Para el análisis general se realizó la observación a las 9 rutas de recolección de residuos sólidos (N=1). Se determinan las 2 rutas a estudiar según lo observado y se realizaron 5 observaciones para cada una de ellas (N=5)

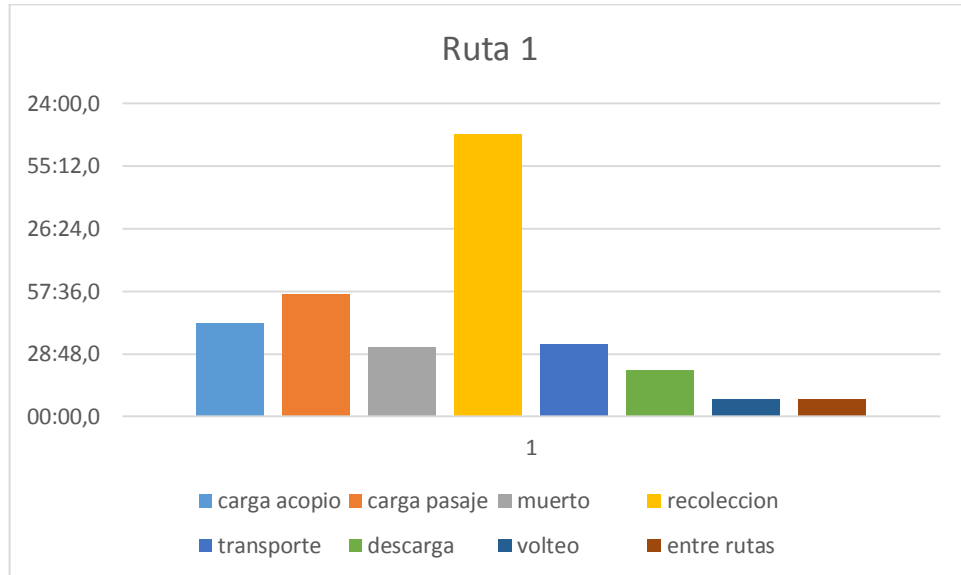
Paso 5. Medir el tiempo con un cronometro.

Para este paso se realizó el formato para las salidas en cada una de las rutas.

7.2.1 PRIMERA ETAPA

En este paso se realizó la toma de los tiempos para las 9 rutas de recolección de los residuos sólidos con el fin de obtener un análisis general, los datos obtenidos fueron los siguientes:

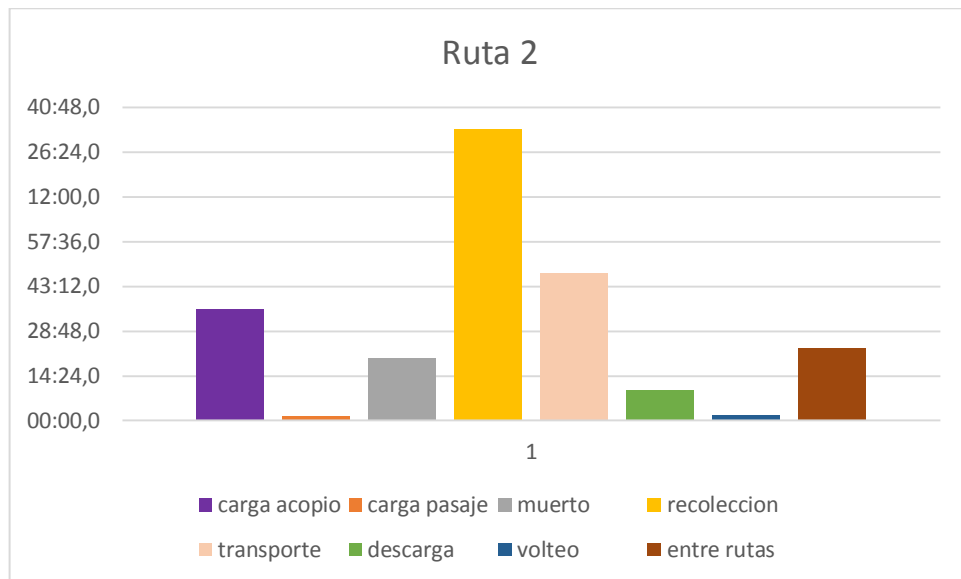
Figura 6. Tiempos ruta 1



Fuente: elaboración propia

Según la figura 6, en la ruta 1 se pueden observar los tiempos que fueron desglosados, teniendo un mayor porcentaje el tiempo de recolección, con un porcentaje mínimo el tiempo entre rutas, esto se debe a que es una ruta del centro, por lo tanto el vehículo no tiene que realizar tantos recorridos extras fuera de la ruta, el tiempo muerto en esta ruta es el tiempo necesario por lo que comprende los tiempos del estacionamiento a ruta y de la disposición final a sitio de estacionamiento del vehículo, además del tiempo necesario para realizar el descanso de la cuadrilla.

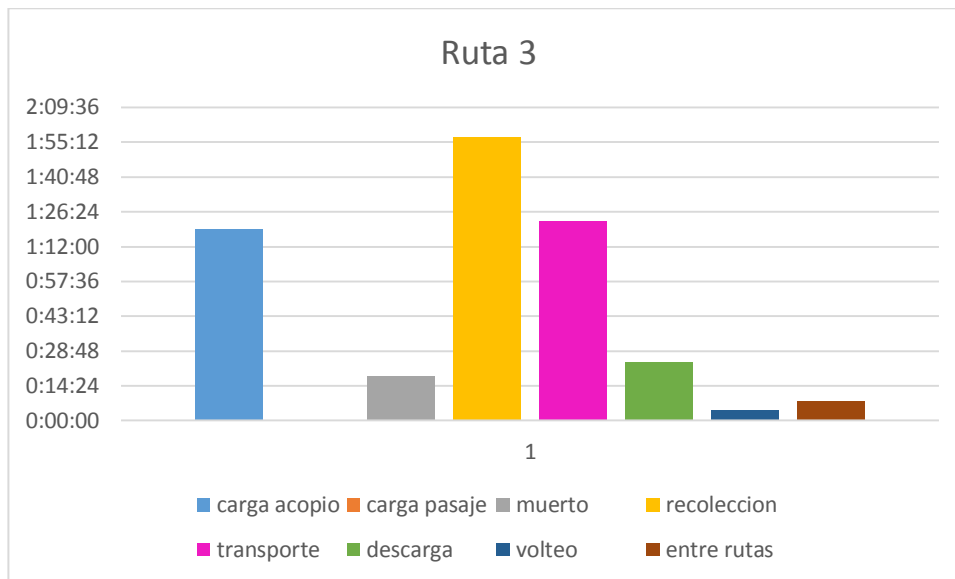
Figura 7. Tiempos ruta 2



Fuente: elaboración propia

Según la figura 7, en la ruta 2 se puede observar que tuvo un mayor porcentaje el tiempo de recolección, seguido del tiempo de transporte, tuvo un menor porcentaje el tiempo de volteo del vehículo, se puede visualizar que esta ruta tiene un mayor porcentaje en el tiempo fuera de ruta puesto que comprende barrios alejados el uno del otro.

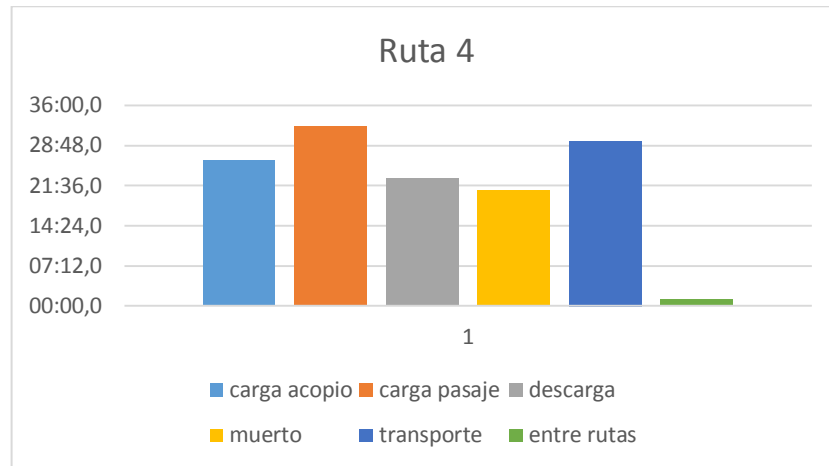
Figura 8. Tiempos ruta 2



Fuente: elaboración propia

Según la figura 8, en la anterior grafica se puede observar que el mayor porcentaje lo tiene el tiempo de recolección, seguido del tiempo de transporte, el tiempo entre rutas es mínimo, esto se debe a que esta ruta realiza su operación en barrios cercanos.

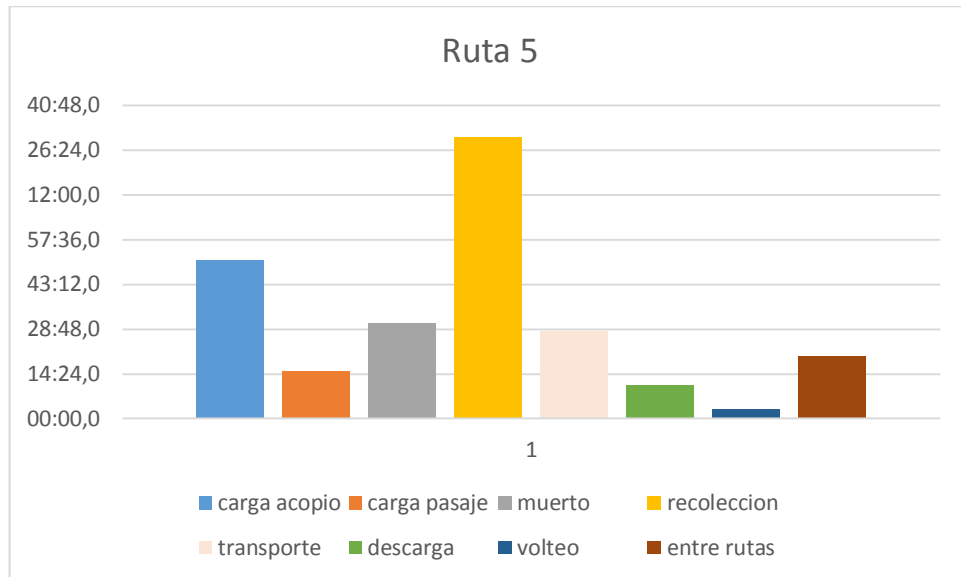
Figura 9. Tiempos ruta 4



Fuente: elaboración propia

Según la figura 9, en esta ruta se puede observar que el tiempo muerto aumentó en comparación con las otras rutas, esto se debe a que se le presentan fallas en el tránsito, además de realizar vueltas que no corresponden en la ruta ya que el vehículo muchas veces no puede pasar por donde debería hacerse porque las personas dejan estacionados los vehículos en lugares donde el compactador no puede pasar.

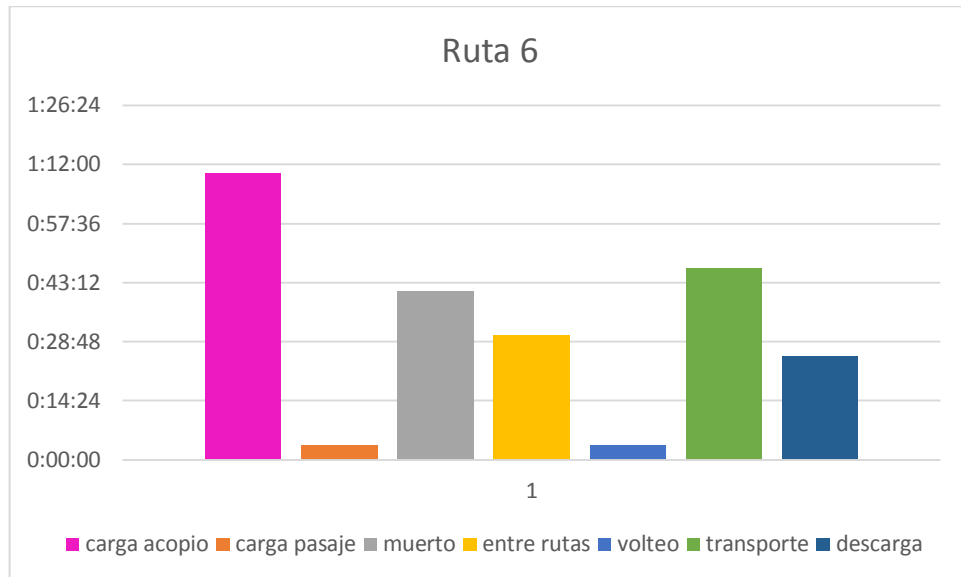
Figura 10. Tiempos ruta 5



Fuente: elaboración propia

Según la figura 10, se puede analizar que el tiempo de recolección es el más alto, el tiempo entre rutas aumenta debido a que esta ruta comprende varios tiempos fuera de ruta que puede estar atrasando la operación.

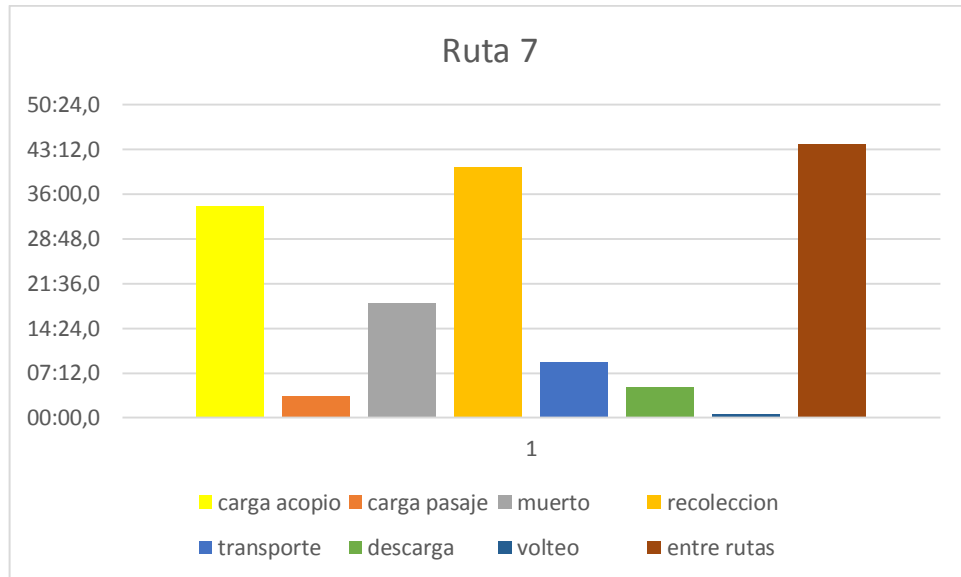
Figura 11. Tiempos ruta 6



Fuente: elaboración propia

Según la figura 11, en esta ruta se puede observar que el tiempo más alto es el de recolección, además se puede visualizar que el tiempo muerto aumenta, esto se debe a que el vehículo debe transportarse en un tiempo más prolongado para llegar a la ruta, el tiempo de transporte aumenta considerablemente esto puede darse a que el vehiculó es el más antiguo y con menos capacidad de tonelaje, por lo tanto debe invertir más tiempo ya que el vehículo se queda lleno con más rapidez, el tiempo entre rutas es mayor que en las anteriores, esto se da a que la ruta debe realizar cambios de ruta bastante alejados de un barrio a otro.

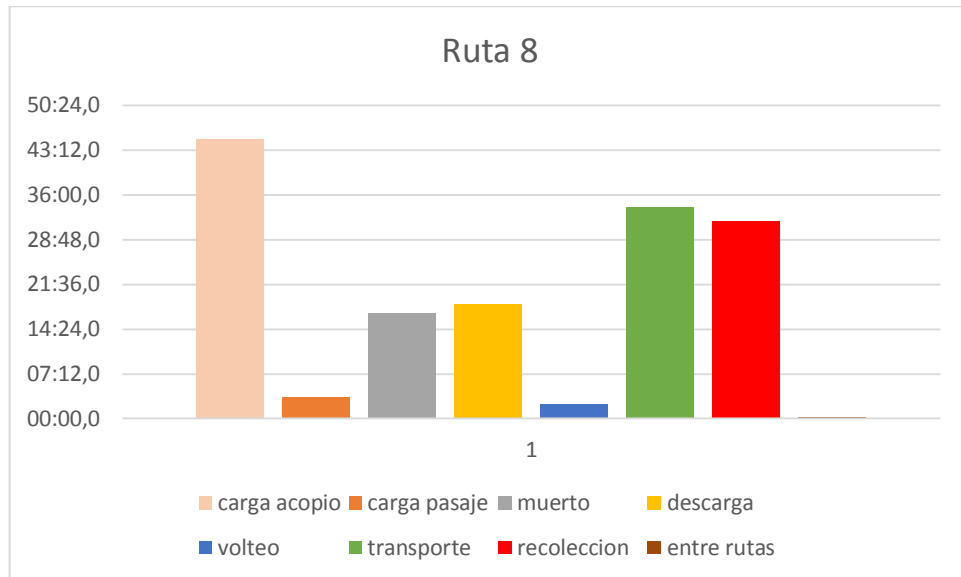
Figura 12. Tiempos ruta 7



Fuente: elaboración propia

Según la figura 12, en la figura anterior se puede observar que hubo un incremento en los tiempos entre rutas, esto se debe a que en el diseño de la ruta están separados los barrios en los cuales debe realizarse la recolección, igualmente se puede observar que esta ruta es una de las más cortas.

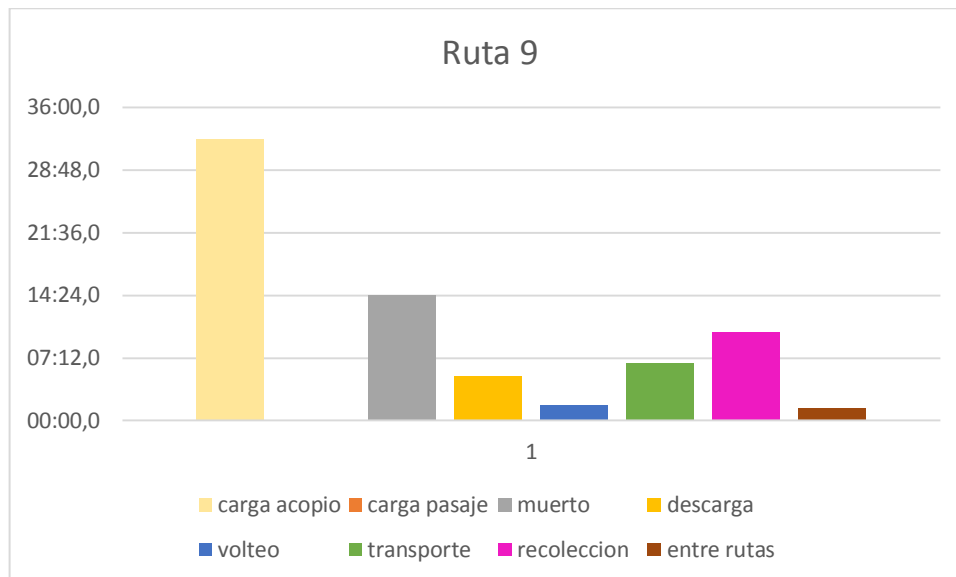
Figura 13. Tiempos ruta 8



Fuente: elaboración propia

Según la figura 13, en la figura anterior se puede observar que los tiempos entre rutas no fueron prolongados, es una de las rutas más seguidas, el tiempo muerto que se puede observar es el tiempo necesario para llegar a la ruta y de la disposición final al lugar del estacionamiento del vehículo.

Figura 14. Tiempos ruta 9



Fuente: elaboración propia

Según la figura 14, en la figura anterior se puede observar que el tiempo entre rutas es más corto, el tiempo en los puntos de acopio es el más notorio, el tiempo muerto se puede considerar como el tiempo necesario para llegar a la ruta y de la disposición final al lugar de estacionamiento del vehículo.

ANALISIS GENERAL:

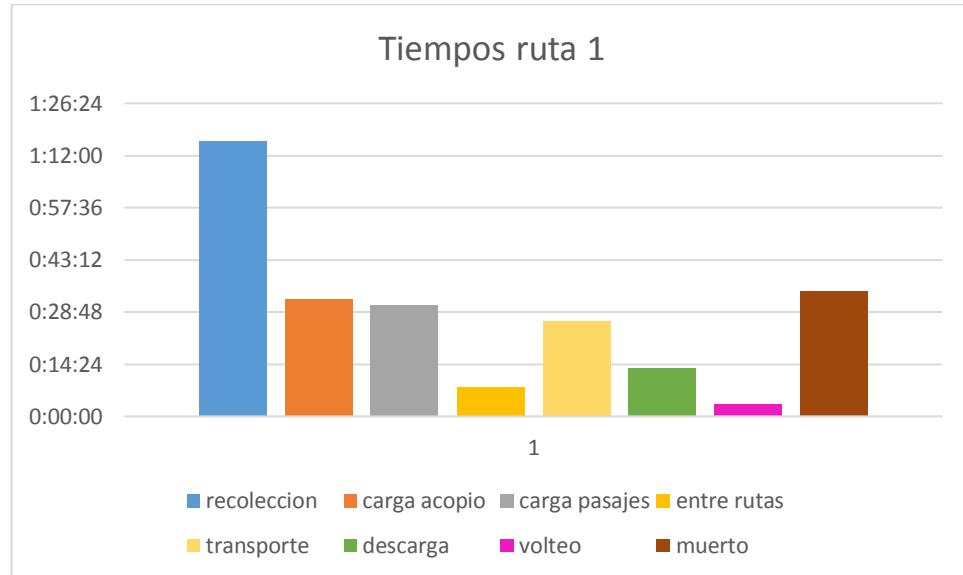
Después de realizar el análisis general de las 9 rutas, se determinó que las rutas a trabajar son la 1 y la 6, la primera ruta está dedicada a la parte céntrica de la ciudad con un tiempo entre rutas mínimo, además porque el compactador utilizado tiene mayor capacidad de almacenamiento. La ruta 6 fue elegida por ser la que mayor tiene tiempo entre rutas, esta última ruta cuenta con el compactador más antiguo y es el que menos tiene capacidad de almacenamiento de residuos.

A partir de lo anterior se determinó que se deben realizar 4 observaciones más para las rutas elegidas, con el fin de obtener una muestra representativa y hallar los tiempos para cada una de las operaciones.

7.2.2 SEGUNDA ETAPA

La segunda parte del estudio consistió en tomar los datos mediante 5 ciclos para cada ruta, estos datos son más representativos, ya que fueron estudiadas las dos rutas con más rigurosidad, los datos arrojaron lo siguiente:

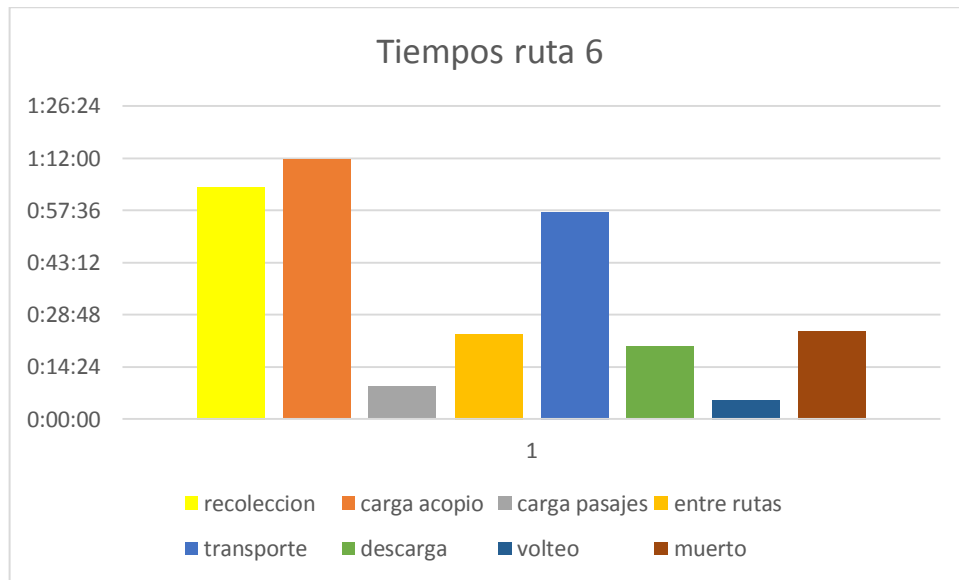
Figura 15. Tiempo promedio ruta 1



Fuente: elaboración propia

Según la figura 15, en la figura anterior se puede observar que el tiempo de recolección es el más alto, esto se debe a que el vehículo está realizando varios sobre-recorridos en las mismas calles por lo que el horario de recolección no es respetado, además cabe notar que los tiempos en los puntos de acopio es elevado, esta ruta pertenece al centro de la ciudad, además se ve un tiempo prolongado en las recogidas de los pasajes, en donde el vehículo deben entrar para realizar la respectiva limpieza.

Figura 16. Tiempo promedio ruta 6



Fuente: elaboración propia

Según la figura 16, en la figura anterior se puede observar que el tiempo entre ruta o también llamado fuera de ruta es elevado, esto se debe a que esta ruta tiene grandes tiempos para llegar de un lugar a otro, en esta ruta se puede observar que el tiempo en los puntos de acopio es el más elevado, esto se debe a que debe recolectar los residuos acumulados de varios lugares, ya que estos son bajados por parte de los auxiliares de barrido, además invierte gran parte de este tiempo en realizar la limpieza de estos lugares, debido a que estos residuos son esparcidos por animales o por parte de las personas recicladoras, se debe analizar estos puntos como críticos y hallarles una posible solución de mejora.

8. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la toma de tiempos en los vehículos recolectores arrojaron lo siguiente:

8.1 MEDICIONES DEL TIEMPO-RUTA 1

IDENTIFICACION DE LA OPERACIÓN: recolección, transporte y descarga de la ruta 1 en el servicio de aseo urbano.

OPERADOR: Miguel Anteliz

FECHA: 29/04/16

OBSERVADOR: Patricia León

Tabla 9. Estudio de tiempos ruta 1

		Ciclos					Σt	CT	RF	NT	
		1	2	3	4	5					
1	recolección de residuos sólidos	t	1:09:50	1:14:27	1:01:18	1:33:12	1:20:27	6:19:14	1:15:51	1,00	1:15:51
		R	1:09:50	5:04:02	7:51:32	10:30:58	14:15:49				
2	carga en puntos de acopio	t	29:42,6	28:48,0	25:10,1	57:22,4	20:15,3	2:41:18	32:15,7	1,10	35:29,2
		R	1:39:33	5:32:50	8:16:42	11:28:21	14:36:04				
3	carga en pasajes	t	56:14,2	34:01,4	19:15,7	25:02,2	19:20,7	2:33:54	30:46,8	1,10	33:51,5
		R	2:35:47	6:06:52	8:35:57	11:53:23	14:55:25				
4	tiempo entre ruta	t	10:33,0	10:33,0	05:59,2	06:43,9	06:46,2	40:35,4	08:07,1	1,25	10:08,9
		R	2:46:20	6:17:25	8:41:57	12:00:07	15:02:11				
5	transporte de residuos sólidos al sitio de disposición final	t	33:24,0	21:36,9	09:21,0	31:17,2	36:53,8	2:12:33	26:30,6	1,25	33:08,2
		R	3:19:44	6:39:01	8:51:18	12:31:24	15:39:05				
6	descarga de los residuos sólidos	t	21:31,7	08:55,5	05:00,5	20:43,5	10:57,3	1:07:08	13:25,7	1,10	14:46,3
		R	3:41:16	6:47:57	8:56:18	12:52:08	15:50:02				
7	volteo del vehículo	t	08:19,6	02:16,7	01:28,3	03:14,1	02:10,1	17:28,9	03:29,8	1,10	03:50,7
		R	3:49:35	6:50:14	8:57:46	12:55:22	15:52:12				

3:27:06

Tiempo normal	Allowance (AF)	Tiempo estándar
3:27:06	1,18	4:04:23
3:27:06	1,15	3:58:10

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 9, se puede observar el desglose de la operaciones de la ruta 1, además de los tiempos de ciclos utilizados en cada una de esas operaciones, se puede observar el tiempo promedio de cada ciclo, la valoración dada según el rito tipo de trabajo, el tiempo normal, el factor de concesión dado, y con ello el tiempo estándar en la operación.

8.2 MEDICIONES DEL TIEMPO-RUTA 6

IDENTIFICACION DE LA OPERACIÓN: recolección, transporte y descarga de la ruta 6 en el servicio de aseo urbano.

OPERADOR: Camilo Torres

FECHA: 11/05/16

OBSERVADOR: Patricia León

Tabla 10. Estudio de tiempos ruta 6

		Ciclos					Σt	CT	RF	NT	
		1	2	3	4	5					
1	recolección de residuos solidos	t	1:06:56	1:18:04	54:32,3	1:05:25	55:06,7	5:20:04	1:04:01	1,00	1:04:01
		R	1:06:56	5:24:34	9:54:21	13:50:37	18:14:21				
2	carga en puntos de acopio	t	1:09:55	1:17:48	1:07:35	1:12:58	1:09:44	5:58:00	1:11:36	1,10	1:18:46
		R	2:16:51	42:22,0	11:01:56	15:03:35	19:24:05				
3	carga en pasajes	t	03:40,3	11:47,9	16:30,9	03:36,4	09:47,8	45:23,4	09:04,67 2	1,10	09:59,13 9
		R	2:20:31	6:54:10	11:18:26	15:07:12	19:33:53				
4	tiempo entre ruta	t	30:27,6	28:10,0	11:21,7	32:33,35 0	14:37,7	1:57:10	23:26,1	1,25	29:17,6
		R	2:50:59	7:22:20	11:29:48	15:39:45	19:48:31				
5	transporte de residuos sólidos al sitio de disposición final	t	46:54,3	1:11:48	51:05,5	1:08:53	46:56,2	4:45:37	57:07,4	1,25	1:11:24
		R	3:37:53	8:34:08	12:20:54	16:48:38	20:35:27				
6	descarga de los residuos solidos	t	25:06,1	20:19,6	19:00,4	21:16,9	15:16,6	1:41:00	20:11,9	1,10	22:13,1
		R	4:02:59	8:54:27	12:39:54	17:09:55	20:50:44				
7	volteo del vehículo	t	03:30,6	05:20,8	05:18,1	09:19,6	02:55,2	26:24,3	05:16,9	1,10	05:48,5
		R	4:06:30	8:59:48	12:45:12	17:19:14	20:53:39				

4:41:29

Tiempo normal	Allowance (AF)	Tiempo estándar
4:41:29	1,25	5:51:51
4:41:29	1,2	5:37:47

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 9, se puede observar el desglose de la operaciones de la ruta 6, además de los tiempos de ciclos utilizados en cada una de esas operaciones, se puede observar el tiempo promedio de cada ciclo, la valoración dada según el rito tipo de trabajo, el tiempo normal, el factor de concesión dado, y con ello el tiempo estándar en la operación.

Tabla 11. Diagrama hombre maquina ruta 1

Hombre	Maquina
09:19,828 min (Tiempo muerto)	Sitio de almacenamiento del vehículo a ruta 09:19,828 min (Tiempo muerto)
Recolección 1:15:51 h	Prensado 28*35s*3 viajes= 49:00,0 min
Carga pasaje 30:46,8 min	
Carga acopio 32:15,7 min	
08:07,1 min (Tiempo muerto)	Tiempo entre ruta 08:07,1 min (Tiempo muerto)
Descanso 24:22,160 min (Tiempo muerto)	24:22,160 min (Tiempo muerto)
26:30,6 min (Tiempo muerto)	Transporte 26:30,6 min
13:25,7 min (Tiempo muerto)	Descarga del vehículo 13:25,7 min
03:29,8 min (Tiempo muerto)	Volteo 03:29,8 min
07:50,528 min (Tiempo muerto)	DF a almacenamiento del vehículo 07:50,528 min (Tiempo muerto)

RESUMEN

	Tiempo del operario	%	Tiempo del compactador	%
	Hombre		Maquina	
Trabajo	2:18:53 h	59,86%	1:32:26 h	65,05%
Muerto	11:17:43 min (Tiempo muerto)	40,13%	49:39,9 min 11:17,4 min (Tiempo muerto)	34,94%
Total	3:51:59 h	100%	2:22:06 h	100%

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 11, se puede observar el diagrama hombre máquina de la ruta 1, en ella se puede visualizar el porcentaje de tiempo en trabajo y el tiempo muerto tanto del operario como del vehículo compactador.

Tabla

Recolección 1:04:01h	Prensado 17*25s*3 viajes= 21:15,0 min
Carga pasaje 09:04,672 min	
Carga acopio 1:11:36 h	
23:26,1 min (Tiempo muerto)	Tiempo entre ruta 23:26,1min (Tiempo muerto)
57:07,4 min (Tiempo muerto)	Transporte 57:07,4 min
20:11,9 min (Tiempo muerto)	Descarga del vehículo 20:11,9 min
05:16,9 min (Tiempo muerto)	Volteo 05:16,9 min
09:07,0 min (Tiempo muerto)	DF a almacenamiento del vehículo 09:07,0 min (Tiempo muerto)

12.

Diagrama hombre maquina ruta 6

RESUMEN				
	Tiempo del operario	%	Tiempo del compactador	%
Trabajo	1:20:41 h	38,95%	1:43:51 h	70,31%
Muerto	2:06:27 h	61,04%	43:50,5min	29,68%
Total	3:27:07 h	100%	2:27:42h	100%

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 11, se puede observar el diagrama hombre máquina de la ruta 6, en ella se puede visualizar el porcentaje de tiempo en trabajo y el tiempo muerto tanto del operario como del vehículo compactador.

9. PROPUESTA DE MEJORA

En las rutas trabajadas, colocar dos contenedores en puntos críticos (**ver anexo 8**) para la recolección de residuos sólidos, donde uno de ellos sea para materiales reciclables y el otro para materiales no reciclables, esto a través de un color definido para cada uno de ellos. (**Ver anexo 4**)

Según lo analizado en las dos rutas de recolección de residuos, se pudo determinar los siguientes puntos críticos:

Ruta 1

2 contenedores: Pasaje Caicedo

Ruta 6

4 contenedores: progreso

2 contenedores: Orfanato

4 contenedores: Santa Martha

2 contenedores: Las Margaritas

2 contenedores: Pasaje Benhabitad

Análisis de la propuesta:

A través de esta propuesta se espera obtener un mejor rendimiento en la prestación del servicio, además que va a generar un ahorro en combustible, va a reducir tiempo y movimiento en la actividad de limpieza que deben realizar actualmente los auxiliares, además que el vehículo recolector no entraría a lugares que están retrasando la ruta. La calidad del servicio de aseo mejorara, así como la estética de la ciudad, se tendría un ambiente más sano para los habitantes.

10. ANÁLISIS DEL BENEFICIO COSTO

INVERSIÓN

Nombre del contenedor: Contenedor de polietileno 1100 Litros con 4 ruedas-importado chino.

Tipo de tapa de contenedor: plana

Color: Verde-Gris.

Precio por contenedor: \$ 1.390.000

$$\text{Total contenedores} = 18 \text{ contenedores} * \$ 1.390.000 = \$ 25.020.000$$

Salario de auxiliares: \$ 689.454

Salario de conductor ruta 1: \$ 1.776.616

Salario de conductor ruta 6: \$ 1.104.768

Gastos primer trimestre de 2016 en combustible:

Tabla 13. Relación de gastos de combustible de los vehículos

	ruta 1	ruta 6
22 de enero a 29 de febrero	\$1.152.800,00	\$3.459.600,00
1 de marzo a 31 de marzo	\$1.441.000,00	\$ 2.823.480,00
1 de abril a 30 de abril	\$1.205.200,00	\$ 1.863.720,00

Fuente: elaboración propia, a partir de datos de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., formato relación de gasto de combustible por vehículo de enero, febrero y marzo

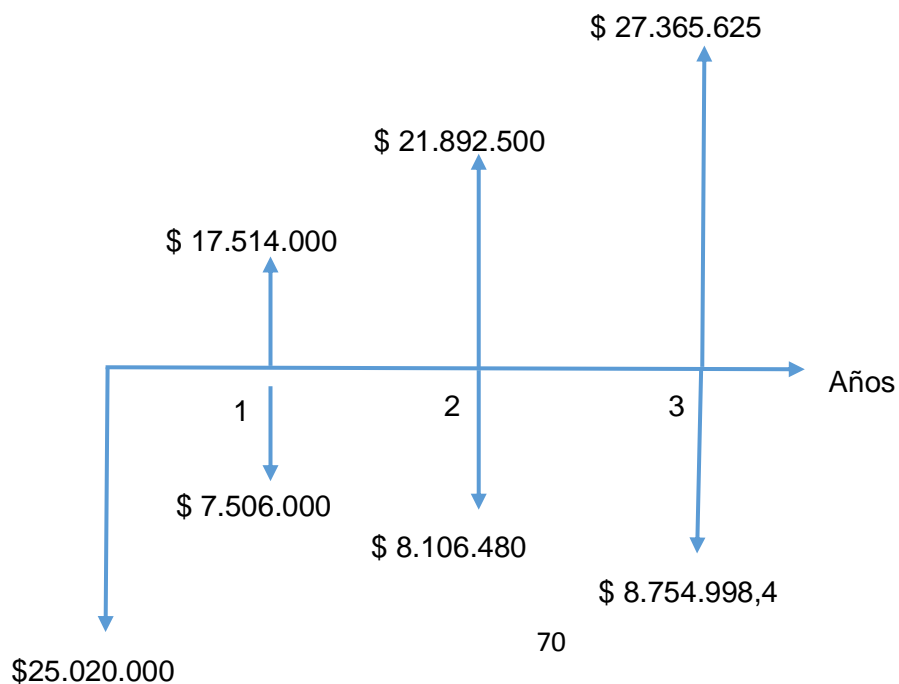
De acuerdo a la tabla 13, se puede observar la relación en gastos de combustible de los 2 vehículos compactadores desde el mes de enero hasta el mes de abril.

Flujo bruto de caja:

Tasa de ingresos: 25%.

Tasa de egresos: 8%

Figura 17. Flujo bruto de caja

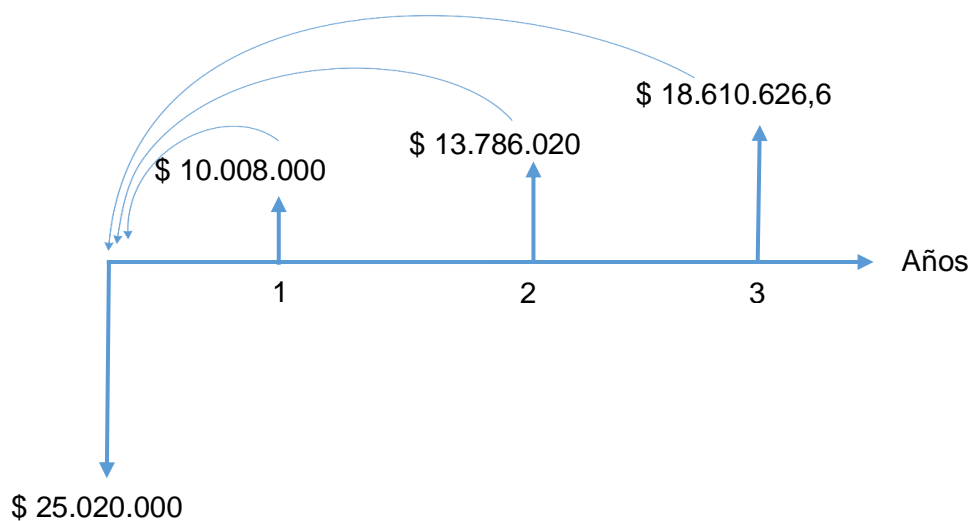


Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la figura 17, se puede observar el flujo bruto de caja de acuerdo a la inversión inicial para los contenedores, con los respectivos valores según la tasa de ingresos y la de egresos para cada año.

Flujo neto: Considerando los egresos con sus respectivos costos no da un flujo neto de la siguiente manera

Figura 18. Flujo neto



Fuente: elaboración propia

Según la figura 18, se puede observar el flujo neto que nos da como resultado de restar los ingresos con los egresos de cada año, además de la inversión inicial.

Para que un proyecto sea viable se deben cumplir dos condiciones:

1. El VPN debe ser mayor a cero.

$$\begin{aligned} VPN (\%) &= \frac{\$ 18.610.626,6}{(1.08)^3} + \frac{\$ 13.786.020}{(1.08)^2} + \frac{\$ 10.008.000}{(1.08)} - \$ 25.020.000 \\ &= \$ 10.839.672,21 \end{aligned}$$

Como el valor presente neto es mayor a cero, esto quiere decir que el proyecto de inversión es factible.

2. La TIR debe ser mayor que la tasa de oportunidad del mercado

TIR: es aquella tasa en la cual la sumatoria de ingresos menos la sumatoria de egresos llevados a un valor presente su valor tiende a cero.

$$TIR = i_{inf} + (i_{sup} - i_{inf}) * \frac{VPN (tasa\ inf)}{\neq\ absoluta\ de\ VPN\ de\ las\ 2\ tasas}$$

Para que la TIR matemáticamente, estadísticamente y financieramente nos arroje un valor exactamente igual al computador o a la calculadora financiera, se deben cumplir dos condiciones:

- 1) Las dos tasas aplicadas en la fórmula sean consecutivas.
- 2) El VPN de la tasa inferior nos arroje un valor positivo y que el VPN de la tasa superior nos arroje un valor negativo.

$$VPN (28\%) = \frac{\$ 18.610.626,6}{(1,28)^3} + \frac{\$ 13.786.020}{(1,28)^2} + \frac{\$ 10.008.000}{(1,28)} - \$ 25.020.000$$

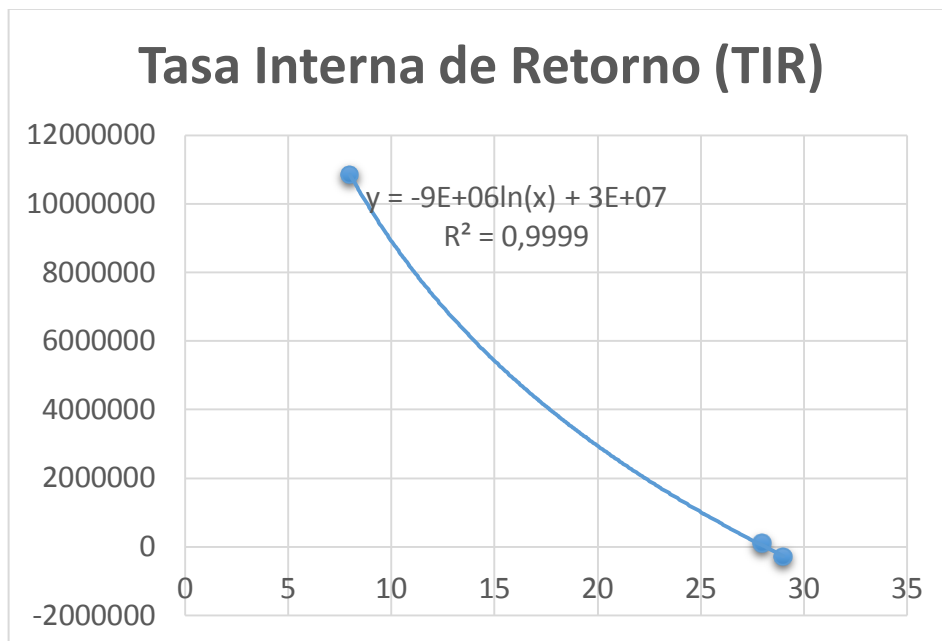
$$= \$ 87.307,14798$$

$$VPN (29\%) = \frac{\$ 18.610.626,6}{(1,29)^3} + \frac{\$ 13.786.020}{(1,29)^2} + \frac{\$ 10.008.000}{(1,29)} - \$ 25.020.000$$

$$= -\$ 308.034,1773$$

$$TIR = 0,28 + (0,29 - 0,28) * \frac{\$ 87.307,14798}{\$ 308.034,1773} = 0,2822 = 28,22\%$$

Figura 19. Tasa Interna de Retorno



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la figura 19, se puede observar la gráfica de la tasa interna de retorno (TIR) vs los valores presentes netos (VPN), en ella podemos observar que la TIR está en 28,22%, con una relación de 0.99 lo cual nos indica que es excelente.

Como la TIR (Tasa interna de retorno), igual a 28,22% es mayor que la TOM (Tasa de oportunidad del mercado), se puede concluir que el proyecto es viable porque cumple la segunda condición.

Tasa de recuperación contable (TRC): Es aquella tasa que nos indica anualmente cuanto recuperamos de la inversión.

$$TRC = \frac{TIR}{1 - \left(\frac{1}{1+TIR}\right)^n} = \frac{0,2822}{1 - \left(\frac{1}{1,2822}\right)^3} = 0,5368 = 53,68\%$$

Esto quiere decir que anualmente estamos recuperando el 53,68%

Periodo de recuperación de la inversión (PRI): este indicador nos expresa en cuantos años, meses y días recuperamos la inversión del proyecto.

$$PRI = \frac{1}{TRC} = \frac{1}{0,5368} = 1,8625553 \text{ años}$$

1 año

$$0,8625553 * 12 = 10,35066361$$

10 meses

$$0,35066361 * 30 \text{ dias} = 10,51990817$$

11 días

Esto quiere decir que la inversión la recuperamos en 1 año, 10 meses, 11 días.

Relación beneficio costo

$$R\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{\frac{\$ 18.610.626,6}{(1.08)^3} + \frac{\$ 13.786.020}{(1.08)^2} + \frac{\$ 10.008.000}{(1.08)}}{\$ 25.020.000} = 1,4332$$

El proyecto es viable ya que la relación beneficio-costos nos arrojó un número mayor que 1.

11. APLICACIÓN EN HERRAMIENTA MULTIMEDIA

Para esta aplicación se determinaron los puntos críticos dentro de las 2 rutas estudiadas con los tiempos actuales y los tiempos promedios con la respectiva mejora, los datos son los siguientes:

Tabla 14. Tiempos promedio mejorados

	Actual	Mejorado
Progreso1	05:15,280	02:15,280
Progreso2	04:45,030	02:45,030
Orfanato	15:05,270	09:05,270
Santa marta 1	04:54,030	02:54,030
Santa marta 2	15:10,750	08:10,060
Las margaritas	10:02,210	05:02,210

Pasaje Benhabitad	18:03,240	09:03,240
Pasaje Caicedo	16:05,230	10:00,000
Puente chapinero	05:07,280	03:07,280
Total	1:34:28	52:22,400

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 14, se pueden observar los tiempos actuales utilizados en cada uno de los puntos críticos, además de los tiempos mejorados con la propuesta de contenedores en cada uno de ellos, este tiempo mejorado se realizó mediante un promedio en cada uno de esos sitios.

El cumplimiento de este objetivo se realizó mediante la aplicación en Rhino para su modelación y la animación en movie maker **(Ver anexo video)**

12. PRESUPUESTO

PRODUCTO	TALENTO HUMANO				RECURSO FISICO O DE MATERIAL				SERVICIOS				TOTAL
	Tipo	Cantidad	Costo hora	Costo total	Tipo	Cantidad	Costo hora	Costo total	Tipo	Cantidad	Costo hora	Costo total	
1. consultas en internet	estudiante	5	\$2.873,00	\$ 14.365,00	computador	5	\$1.200	\$6.000					\$ 20.365,00
2. Toma de datos en los vehículos	estudiante	133	\$2.873,00	\$382.109,00	impresiones y papelería	57	\$100	\$5.700					\$387.809,00
3. Introducir datos a equipo	estudiante	15	\$2.873,00	\$ 43.095,00	computador	15	\$ 2.873,00	\$43.095,00					\$ 86.190,00
4. asesorías	profesores	8	\$2.873,00	\$ 22.984,00					transporte	8	\$800	\$6.400	\$ 29.384,00
5. Uso de programa ArcGis	estudiante	8	\$2.873,00	\$ 22.984,00	computador	1	\$10.000,00	\$10.000,00					\$ 32.984,00
6. Aplicación de un proceso productivo en herramienta multimedia.	estudiante	6	\$2.873,00	\$ 17.238,00	computador	5	\$ 2.873,00	\$14.365,00	transporte	2	\$800	\$1.600	\$ 33.203,00
TOTAL				\$502.775,00				\$79.160				\$8.000,00	\$589.935,00

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

Con el estudio de tiempos y movimientos se determinó el tiempo estándar en las dos rutas de recolección de residuos sólidos, el cual nos indica el tiempo promedio que un operario calificado y bajo condiciones normales debe ejecutar esta operación de acuerdo a las normas especificadas.

En las dos rutas seleccionadas, se pudo determinar los puntos críticos, estos puntos requieren de la instalación de contenedores, por lo que algunos de ellos presentan graves problemas de orden, estética, salud, además que los lixiviados caen al suelo, con esta solución se reducirán movimientos innecesarios y los tiempos de carga, puesto que la actividad de limpieza se minimizará.

Con ayuda del GPS se obtuvo el plano con las rutas de recolección de residuos sólidos en el programa ArcGis, esto es de gran ayuda para la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., por lo que antes solo contaba con una imagen en medio físico. **(Ver anexo 5 y 6)**

RECOMENDACIONES

- ✓ Para los auxiliares de los vehículos recolectores de residuos sólidos, es necesario realizar el suministro completo de los equipos de protección personal (EPP), ya que por su trabajo es importante el uso de ellos, para evitar accidentes de trabajo.
- ✓ Con base al plano de rutas de aseo realizado en el programa ArcGis realizar anualmente la actualización de ellas o cada vez que sea necesario.
- ✓ Es necesario elaborar programas de capacitación y educación ambiental a la ciudadanía pamplonesa, con el fin de tomar conciencia sobre el tema de los residuos sólidos, respetando días y horarios de recolección.
- ✓ Sustituir el compactador azul OW-7526 ya que sus condiciones no son las más adecuadas para el proceso de recolección.

REFERENCIAS

[1] Documento de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. Empresa de servicios públicos.

Disponible en http://www.pamplona-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/61386164343338313235643530653061/EMPOPAMPLONA_1.pdf>

[2] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Documento Conpes 3530. Bogotá, D.C., 23 de Junio de 2008 Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. Disponible en https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3530_2008.pdf>

[3] LÓPEZ Carlos. Administrador de Empresas, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en internet. (2001, Marzo 11). El estudio de tiempos y movimientos. Disponible en < <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>>

[4] RIVERO Ana Sofia, SALCEDO Germán, SALCEDO Manuel. Ingeniería del trabajo Abril de 2010 Universidad Nacional Experimental Politécnica. Estudio de tiempos y movimientos. Disponible en <https://ingenieriadeltrabajo042010.wikispaces.com/file/view/Presentaci%C3%B3n+de+Clase+Estudio+de+Movimientos+y+Tiempos.pdf>>

[5] Documento de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. Empresa de servicios públicos.

Disponible en

<http://www.pamplona-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/61386164343338313235643530653061/EMPOPAMPLONA_1.pdf>

[6] Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 20 de Diciembre de 2013. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Disponible en <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/2981%20-%202013.pdf>

[7] Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO F. Sistemas de Aseo Urbano / Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. 2012. 264 p. Disponible en

<<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%20F.pdf>>

[8] Empopamplona S.A. E.S.P. cuadro de aseo. Información técnica del servicio de aseo.

[9] EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., informe de recolección de residuos sólidos.

ANEXOS

Anexo 1. Relleno sanitario regional La Cortada



Fuente: Trabajo de campo (Febrero 24 de 2016, 11:00 am)



Fuente: Trabajo de campo (Febrero 24 de 2016, 11:00 am)

Anexo 2. Vehículos compactadores de residuos solidos



Fuente: Trabajo de campo (Marzo 21 de 2016, 5:00 pm)



Fuente: Trabajo de campo (Mayo 22 de 2016, 12:00 pm)

Anexo 3. Recolección en puntos de acopio (actual)



Fuente: Trabajo de campo (Mayo 25 de 2016, 9:00 am)



Fuente: Trabajo de campo (Mayo 6 de 2016, 5:30 pm)

Anexo 4. Propuesta de contenedores



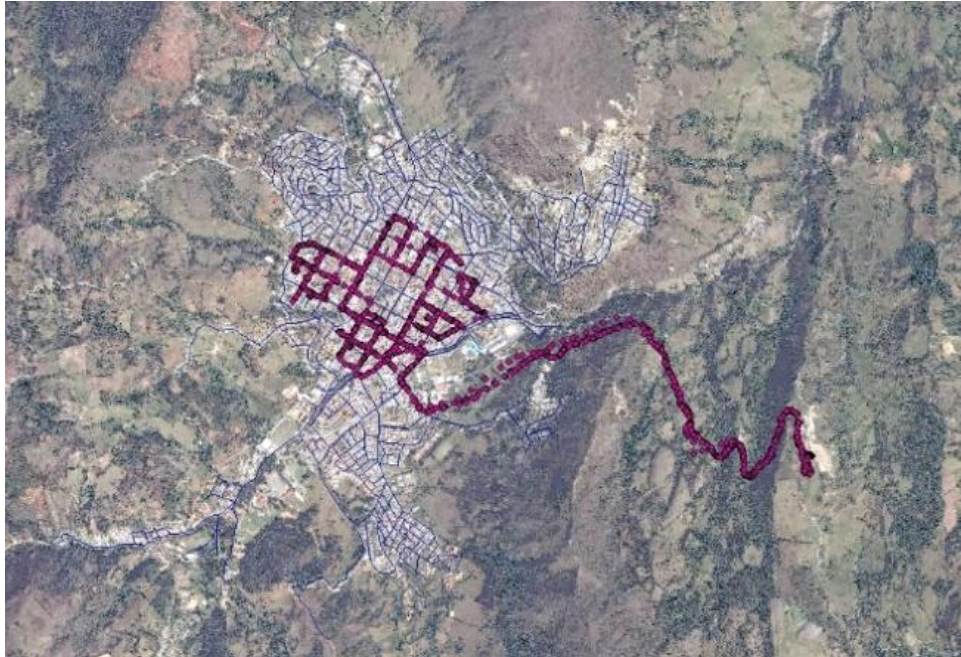
Fuente: Ecosistemas rosales S.A.C



Fuente: Ecosistemas rosales S.A.C

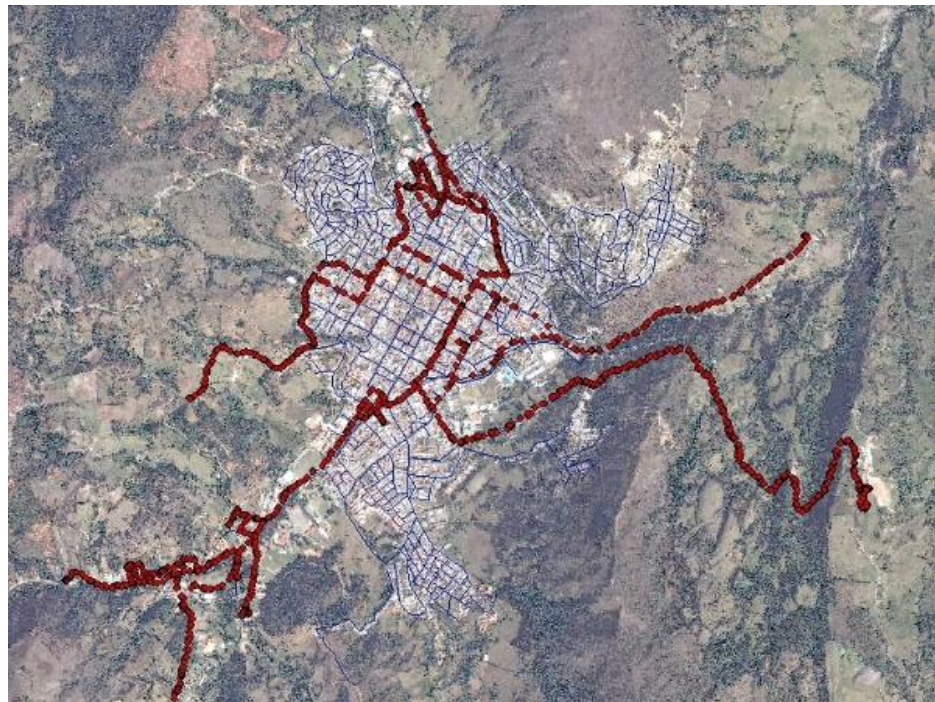
Anexo 5. Rutas

Ruta 1



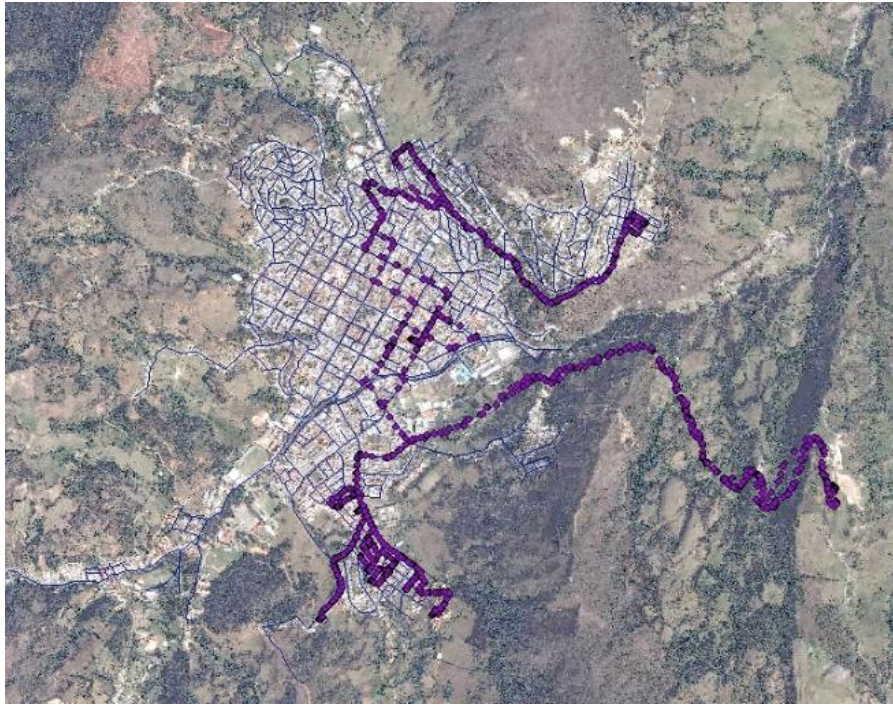
Fuente: Elaboración propia

Ruta 2



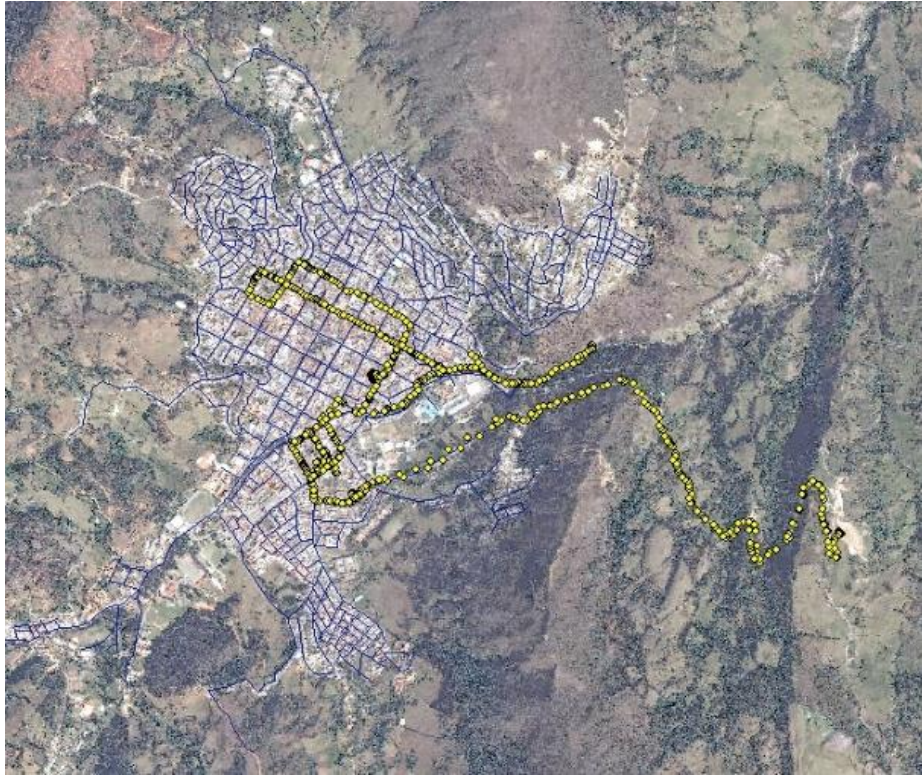
Fuente: Elaboración propia

Ruta 3



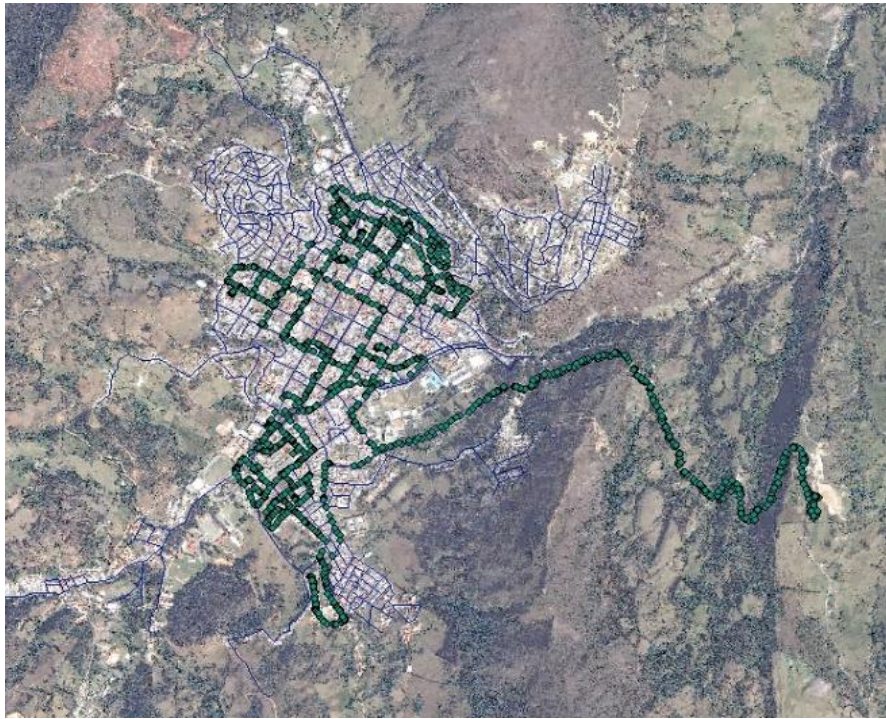
Fuente: Elaboración propia

Ruta 4



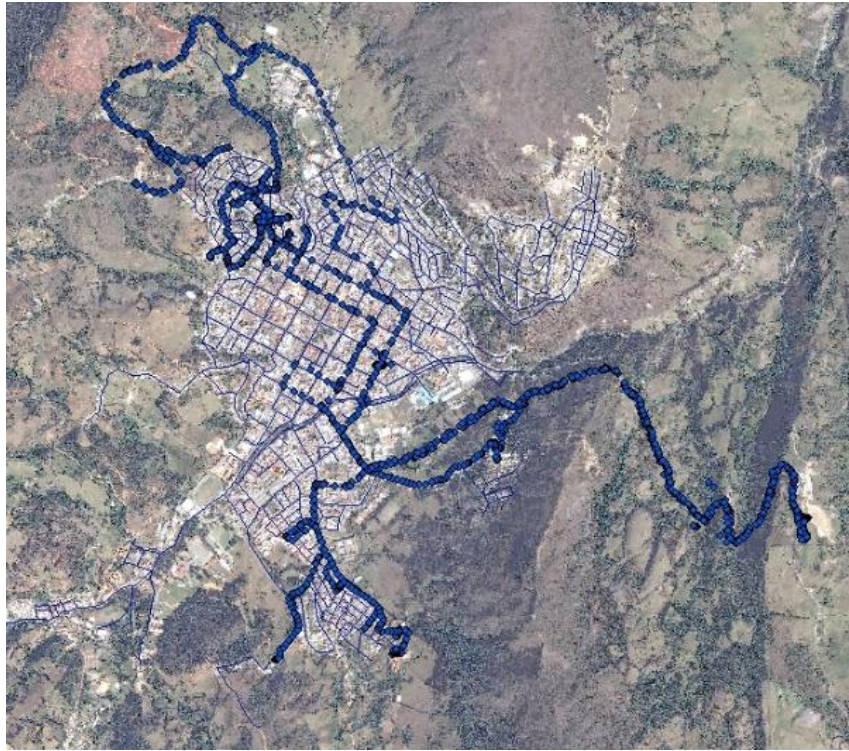
Fuente: Elaboración propia

Ruta 5



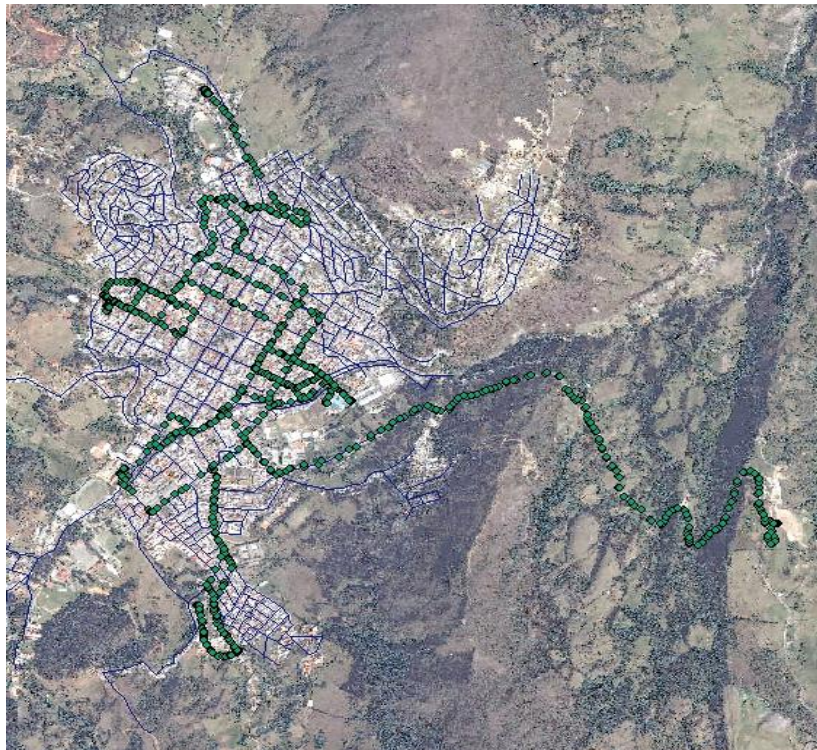
Fuente: Elaboración propia

Ruta 6



Fuente: Elaboración propia

Ruta 7



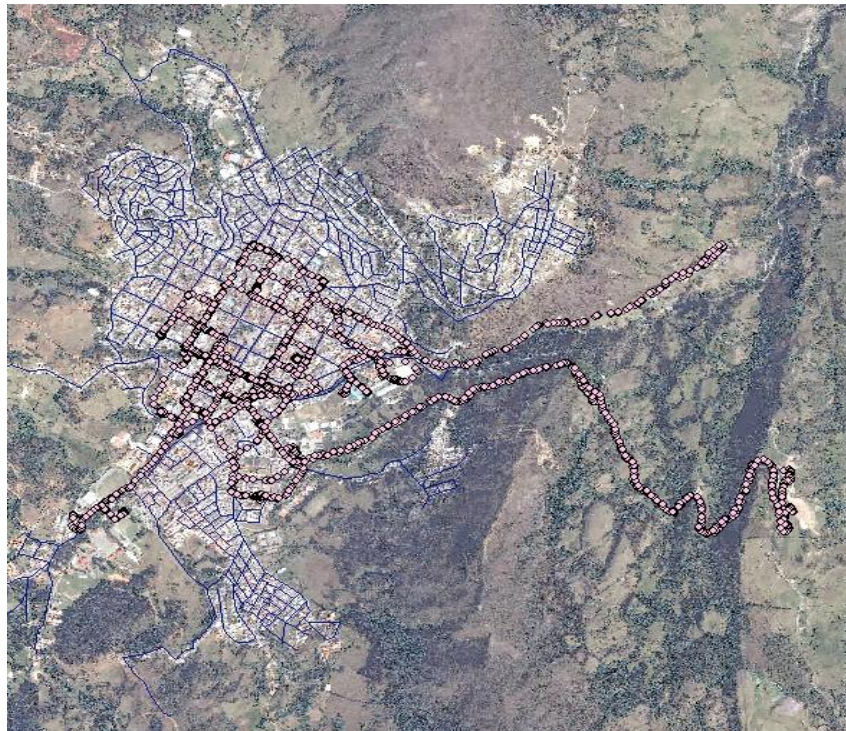
Fuente: Elaboración propia

Ruta 8



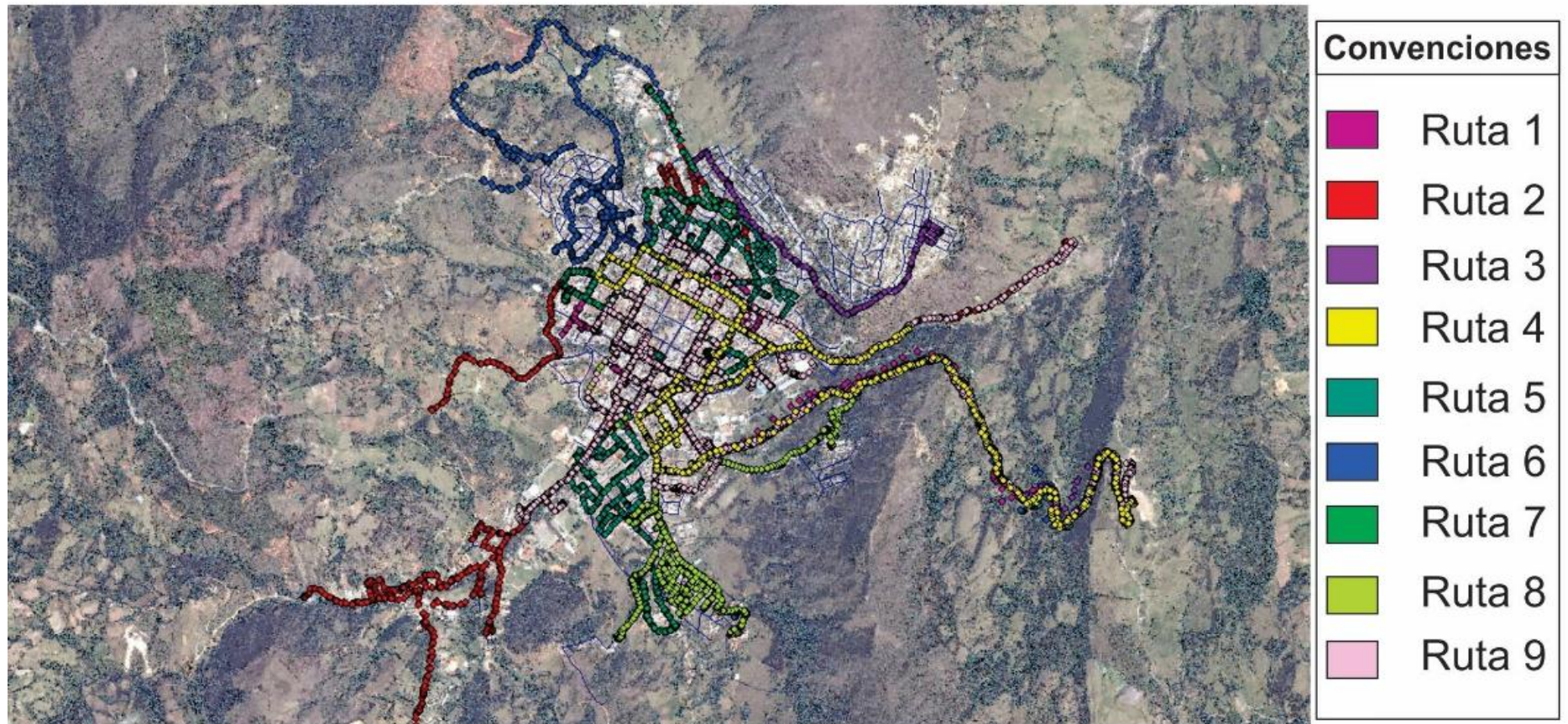
Fuente: Elaboración propia

Ruta 9



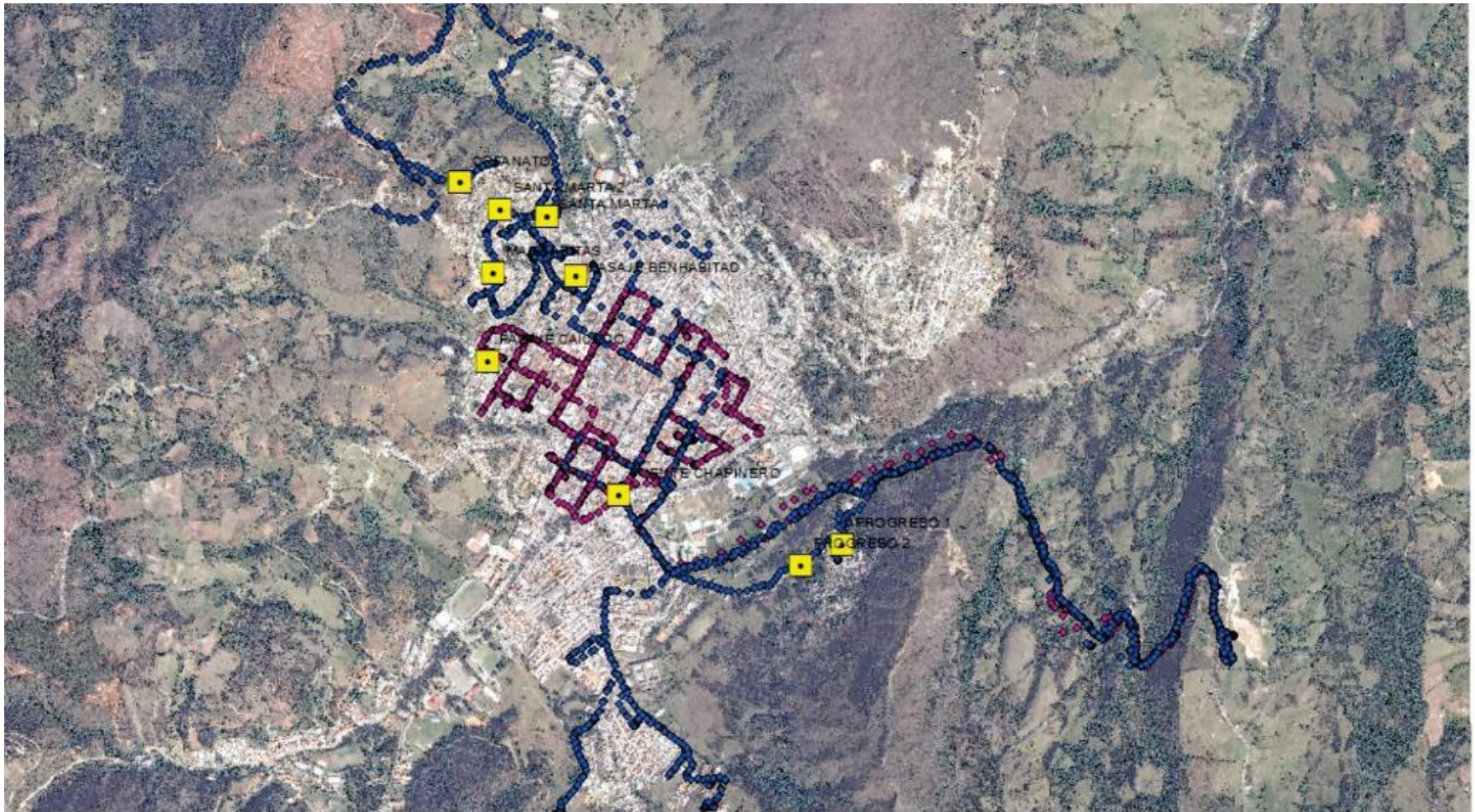
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Plano general de las rutas de aseo



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Determinación de los puntos críticos en las dos rutas



Fuente: Elaboración propia