



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Optimización De Rutas Del Sistema De Recojo De Residuos  
Sólidos Para Incrementar La Eficiencia, Piura – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**AUTOR(ES):**

Navarro Carrillo, Estefani Elizabet (0000-0002-3766-0171)

**ASESOR:**

Dr. Rivera Rodríguez, José Pablo (0000-0002-2174-3802)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión Empresarial y Productiva

**CHICLAYO - PERÚ**

2021

### **Dedicatoria**

Esta investigación se la dedico a mis padres, a mis hermanos, a mi mejor amigo, especial a mi persona por la tenacidad y perseverancia mostrada para obtener esta meta.

**Navarro Carrillo, Estefani Elizabet**

### **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme llegar hasta aquí y darme la fuerza de seguir adelante.

De todo corazón agradezco a mis padres y mis hermanos por el apoyo en cada paso que da cada uno para la mejoría profesional, al doctor Rivera Rodríguez, José Pablo por guiarme a lograr este objetivo y también a los demás docentes que me formaron para ser un buen profesional, y en especial a mí por el gran esfuerzo y perseverancia que he tenido.

**Navarro Carrillo, Estefani Elizabet**

## Índice de contenido

<b>Carátula</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de contenido</b> .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Índice de gráficos y figuras</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	9
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	22
3.2. Variables y Operacionalización .....	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos .....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos .....	27
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	28
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	83
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	87
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	88
<b>REFERENCIAS</b> .....	89
<b>ANEXOS</b> .....	94

## Índice de tablas

Tabla 1: Análisis de causas.....	3
Tabla 2:Población y Muestra de Estudio. ....	24
Tabla 3: Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	25
Tabla 4: Horario de las Micro rutas .....	28
Tabla 5: Distancia y Tiempo Promedio por Micro ruta.....	28
Tabla 6: Cargas Promedio.....	30
Tabla 7: Toneladas por Mes.....	30
Tabla 8: Distancia y Tiempo Promedio Optimizada.....	76
Tabla 9: Cargas Promedio Optimizada .....	76
Tabla 10: Toneladas por Mes OP.....	77
Tabla 11: Porcentaje de reducción de las distancias .....	78
Tabla 12: Porcentaje de Aumento de R.S .....	78
Tabla 13: Comparación de eficiencia .....	79
Tabla 14: Eficiencia Total .....	79
Tabla 15: Resumen de procesamiento de casos .....	80
Tabla 16: Prueba de Normalidad.....	80
Tabla 17: Tabla de comparación .....	81
Tabla 18: Análisis de prueba con el Wilcoxon .....	82
Tabla 19: Matriz de Consistencia .....	95
Tabla 20: Matriz de Operacionalización de la variable Independiente .....	96
Tabla 21: Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente .....	97
Tabla 22:Formato de Tiempo de Ruta.....	98
Tabla 23:Formato General de Ruta.....	99
Tabla 24:Formato de Distancia .....	100
Tabla 25: Arcos de las Micro rutas .....	113

## Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1: , Diagrama de Ishikawa</i> .....	3
<i>Figura 2:Diagrama de Pareto</i> .....	7
<i>Figura, 3: ,Gestión de Residuos Sólidos Municipales</i> .....	21
<i>Figura 4: Micro Rutas en la Ciudad</i> .....	29
<i>Gráfico 1: Toneladas Por Mes</i> .....	31
<i>Figura 5: Micro ruta A OP</i> .....	32
<i>Figura 6: Micro ruta B OP</i> .....	37
<i>Figura 7:Micro ruta C OP</i> .....	42
<i>Figura 8:Micro ruta D OP</i> .....	47
<i>Figura 9:Micro ruta E OP</i> .....	53
<i>Figura 10: Micro ruta F OP</i> .....	58
<i>Figura 11: Micro ruta G OP</i> .....	62
<i>Figura 12: Micro ruta H OP</i> .....	67
<i>Figura 13: Micro ruta I OP</i> .....	71
<i>Gráfico 2: Toneladas por Mes OP</i> .....	77
<i>Gráfico 3: Media</i> .....	84
<i>Gráfico 4: comparación de eficiencia con antecedente nacional</i> .....	86
<i>Figura 14:Evidencia de los Residuos Sólidos en la Urb. Los Vencedores 1 ..</i>	101
<i>Figura 15: Evidencia de Residuos Sólidos Urb. Los Vencedores</i> .....	101
<i>Figura 16:Evidencia de los Residuos Sólidos atrás del Barrio Particular</i> .....	102
<i>Figura 17:Evidencia de los Residuos Sólidos al costado de Coliseo.</i> .....	102
<i>Figura 18:Evidencia de Residuos Sólidos en la Urb. Sudamérica</i> .....	103
<i>Figura 19: Evidencia de Residuos Sólidos en Urb. Faustino Piaggio</i> .....	103
<i>Figura 20:Micro Ruta A</i> .....	104
<i>Figura 21:Micro ruta B</i> .....	105
<i>Figura 22: Micro ruta C</i> .....	106
<i>Figura 23: Micro Ruta D</i> .....	107
<i>Figura 24: Micro Ruta E</i> .....	108
<i>Figura 25: Micro ruta F</i> .....	109
<i>Figura 26:Micro ruta G</i> .....	110
<i>Figura 27:Micro Ruta H</i> .....	111
<i>Figura 28:Micro Ruta I</i> .....	112

## Resumen

En la actual investigación se desarrolló en una de las provincias de la Región Piura, por temas éticos la Municipalidad prefirió que no la nombren; con el objetivo de optimizar rutas e incrementar la eficiencia en el servicio convencional de recolección de residuos sólidos. El estudio fue tipo experimental y con diseño preexperimental. En la primera fase de la investigación se hizo un diagnóstico de la situación actual de la recolección de desechos y se analizó la eficiencia de las micro rutas que estaban establecidas en la Municipalidad. Luego se continuo con la aplicación de la optimización mediante métodos matemáticos en este caso se utilizó el método del agente viajero, se estableció las distancias de cada micro rutas. En la última etapa de esta investigación se comparó la situación actual y después de aplicar la optimización, se llegó a analizar la eficiencia y el tiempo de cada micro ruta. Teniendo como conclusión un aumento en la eficiencia de cada micro ruta 39%, 44%, 46%, 41%, 45%, 43%, 37%, 43% y 37% y una disminución en las distancias de las micro rutas 48.15%, 52.86%, 55.46%, 50%, 51%, 50.60%, 43.16%, 53% y 44.6%.

**Palabras Claves:** optimización, residuos sólidos, agente viajero y eficiencia.

## **Abstract**

The existing investigation was developed in one of the provinces of Piura Region, for reasons ethical the Municipality preferred not to be named; with the objective of optimizing routes and increase efficiency in the conventional service of solid residue collection. The study was experimental type, with a pre-experimental design. In the first phase of the investigation, a diagnosis was made of the current situation of waste collection and the efficiency of the micro routes that were established in the Municipality was analyzed. Then I continued with the application of optimization by means of mathematical methods, in this case the traveling agent method was used, and the distances of every micro route was established. In the last stage of this investigation, the current situation was compared and after applying the optimization, the efficiency and distances of every micro route was analyzed. The conclusion was an increase in efficiency for each micro route 39%, 44%, 46%, 41%, 45%, 43%, 37%, 43% y 37%. and decrease in the distances of the micro routes 48.15%, 52.86%, 55.46%, 50%, 51%, 50.60%, 43.16%, 53% y 44.6%.

Keywords: optimization, solid residue, traveling agent and efficiency.



## I. INTRODUCCIÓN

Todo el mundo está al tanto del prestigio del agua, pero no todas las personas comprenden que el suelo es el recurso más importante y es donde habitamos, también nos provee de suministros, de componentes para la edificación, en el cual se almacena el agua y donde se acopia el carbón atmosférico (Román, 2016).

En la actualidad, se está tomando mayor importancia sobre la contaminación del suelo, ya que, se está afectando el bienestar de los ciudadanos en las naciones que tienen este problema con el recojo de residuos. Esta investigación fue para aumentar la eficiencia en el recojo de desechos generados por el humano.

Como problemática global tenemos a España, exactamente en el Campo de Gibraltar en la Ciudad de Cádiz, cuenta (Ecologistas, 2018): se requiere la atención ya que, se localizó residuos sólidos apilados, arrinconados, residuos que se pueden reciclar, excrementos de perro; un retrato desastroso que se está volviendo muy habitual en las vías de Gibraltar, que ocasiona nefastos olores, infecciones, malestar social y complicaciones de convivencia. El inconveniente de este problema es que ya no hay un lugar donde acopiar los residuos y uno de los factores más notables es la falta de cultura de medio ambiental por parte de la ciudadanía que no les importa donde arrojar los desechos con tal de lograr despojarse de ellos en su hogar. Se necesita que la población cambie de mentalidad, está claro que no toda la población hace esto; pero deben mentalizarse y entender la necesidad ambiental y sanitaria de poseer un entorno en buenas condiciones.

No hay excepciones en Latinoamérica en este caso en la página web de Animal Social (Reveles, 2018): se encontró la problemática que existe en México. Como indica Cesar Reveles el servicio de recojo de restos generados por la ciudadanía en México es escaso. Según los expertos con este tipo de problema, indican que la capital está al filo del colapso ambiental; ya que existe un déficit en el manejo del cual más de 13 mil toneladas que se producen al día. Los camiones recogen residuos cerca de 7,675 puntos de la capital, mientras que los carros recolectores recorren 6,985 rutas. Otra causa que se suma es el costo que se efectúa para la disposición y la transportación de los desechos, el gobierno de la

ciudad tiene que pagar cerca de 430 pesos por cada tonelada de residuos para que pueda ser aprobada en los rellenos del Estado de México y Morelos.

En el Perú aún existe la falta de cultura ambiental en el cual señalaremos las problemáticas de distintos lugares: Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018): señala que el distrito de José Leonardo Ortiz - Chiclayo fue declarado en estado de alerta por la gestión y el manejo de los desechos durante treinta días calendario, debido a que la Municipalidad Distrital tiene unos escasos de condiciones logísticas, operativas y de gestión para ofrecer el servicio de limpieza pública, lo que ha originado una pausa temporal en el recojo y el transporte de desechos afectando así, a la ciudadanía. A continuación, describe (Fernandez, 2019): sobre tres distritos de la Ciudad de Piura que muestran problemas para ofrecer el servicio del recojo de residuos en su propio territorio. En la página web del correo el periodista Fernando Fernández redacta que existe tres lugares que aún tienen graves problemas con la aglomeración de residuos sólidos tanto en contenedores y en las calles, esto es ocasionado por falta de economía y por no tener un botadero en el distrito. Uno de los principales distritos que tiene este tipo de problema es el distrito de Castilla; Carlos Calle, Gerente de Salud y Medio Ambiente; dio a entender que se origina 150 toneladas diarias, pero solo se puede recolectar 70 toneladas, detalla que se cuenta con dos camiones compactadores y cinco volquetes para toda la ciudad; el alcalde José Aguilar, manifiesta que el origen de las dificultades con el recojo de residuos se debe a la falta económica que tiene esta comuna, se requiere un precio de más de 2 millones de soles para que se pueda realizar el servicio de limpieza pública. La ciudad de Piura está en el segundo lugar en tener el mismo peligro de colapso con el servicio de limpieza pública. El choque que existe entre la comuna y las personas de limpieza es por el cobro de escolaridad, ya que población tiene que pagar a las personas que dan este servicio; la gerente que este cargo, especifico que en la actualidad solo se originan 200 toneladas al día. Advirtió que los empleados de limpieza tengan pensado una inmovilización de 48 horas, lo que ocasionaría que hubiera 400 toneladas de residuos en las vías. Como último caso está el distrito de Veintiséis de Octubre; el alcalde Darwin García indica que la maquinaria que se encuentra en el distrito sí es capaz de equilibrar lo que se

genera a diario, pero subrayó que el servicio podría verse perjudicado ante la falta de un botadero del distrito.

Para investigar la realidad problemática en una municipalidad provincial de la Región de Piura, se consideró hacer el diagrama de Ishikawa, que da a conocer la importancia del problema que existe; que es la baja eficiencia en el servicio de recojo de desechos domésticos. Otra manera de realizar una observación más intensa es el diagrama de Pareto que señala cuales son las causas más frecuentes del problema principal. A continuación, se enseña los siguientes diagramas:

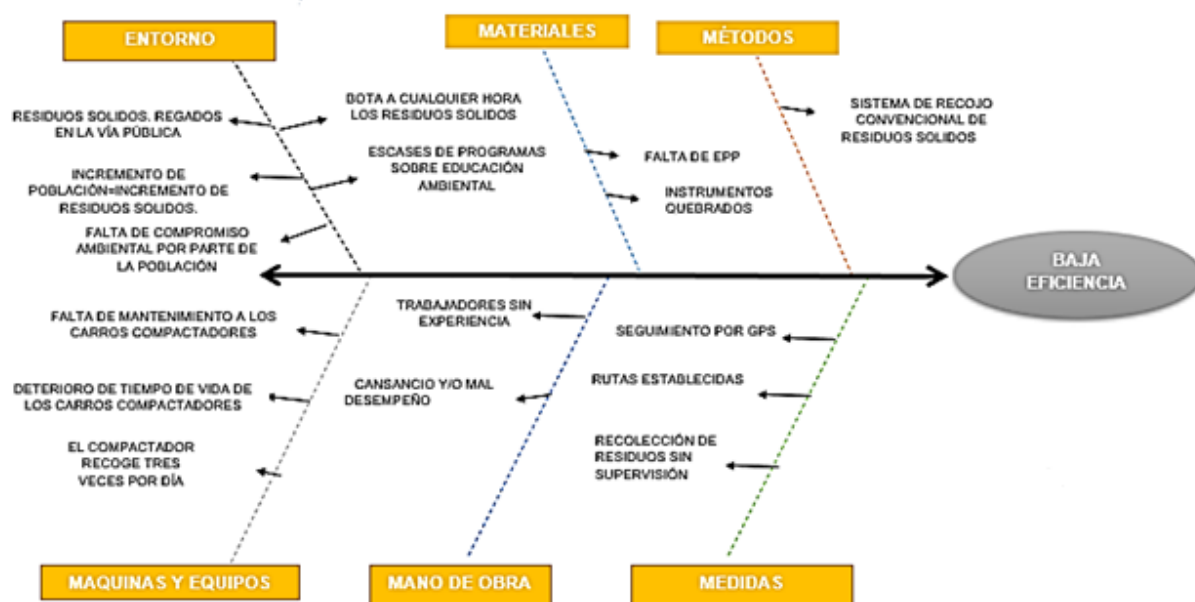


Figura 1: Diagrama de Ishikawa

La figura N.º 1 se muestra las causas que existió en el sistema de recolección de desechos.

Tabla 1:

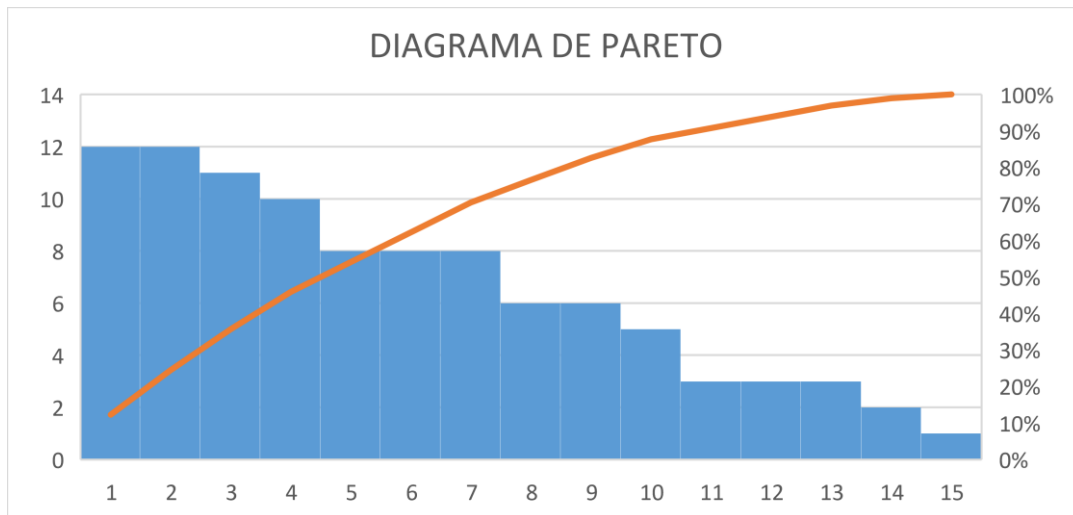
Análisis de causas

ITEM	CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADO
1	Residuos Sólidos esparcidos en la vía publica	12.00	12.00	12.2	12.2
2	El compactador recoge tres veces por día	12.00	24.00	12.2	24.5

<b>3</b>	Bota a cualquier hora los residuos solidos	11.00	35.00	11.2	35.7
<b>4</b>	Rutas establecidas	10.00	45.00	10.2	45.9
<b>5</b>	Falta de compromiso ambiental por parte de la población	8.00	53.00	8.2	54.1
<b>6</b>	Incremento de población = Incremento de residuos solidos	8.00	61.00	8.2	62.2
<b>7</b>	Escases de programas sobre educación ambiental	8.00	69.00	8.2	70.4
<b>8</b>	Recoleccion de Residuos sin supervisión por ruta	6.00	75.00	6.1	76.5
<b>9</b>	cansancio y/o mal desempeño	6.00	81.00	6.1	82.7
<b>10</b>	Falta de mantenimiento a los carros compactadores	5.00	86.00	5.1	87.8
<b>11</b>	Deterioro de tiempo de vida de los carros compactadores	3.00	89.00	3.1	90.8
<b>12</b>	Seguimiento por GPS	3.00	92.00	3.1	93.8
<b>13</b>	Falta de EPP	3.00	95.00	3.1	96.9
<b>14</b>	Trabajadores sin experiencia	2.00	97.00	2.0	99.0
<b>15</b>	Instrumentos quebrados	1.00	98.00	1.0	100.0
		97.00		100.00%	

Fuente: Elaboración Propia, 2021

Como se puede observar en la Tabla N. ° 1 muestra cuales son las principales causas que afecta a la eficiencia en el SGRS. A continuación, se mostrará el diagrama de Pareto.



*Figura 2: Diagrama de Pareto*

Teniendo en cuenta la figura N.º 2 da a conocer cuáles son las causas mediante un análisis profundo; donde el 82.7% son las primeras 9 causas más importantes del problema y con mayor frecuencia; por lo que convendría realizar alternativas para dar solución a estas causas y así se pueda aumentar la eficiencia en la recojo de residuos domésticos; y el 17.3% son causas más ligeras que se encuentra en esta observación y con menores repeticiones.

En esta investigación se planteó el problema principal con esta pregunta ¿Una optimización de rutas hacia el servicio de recolección de residuos sólidos incremento la eficiencia, Piura - 2021? Y por consecutivo se trazó los problemas específicos: ¿qué manera la recopilación de datos mejorara el servicio de residuos, Piura - 2021?; ¿qué manera el modelo de optimización mejorara el servicio de residuos, Piura - 2021? Y ¿De qué manera incremento la eficiencia después mejorar el servicio de residuos, Piura - 2021?

Se trazó como objetivo principal, proponer una optimización de rutas en el sistema de recojo convencional de residuos sólidos para incrementar la eficiencia, Piura - 2021. Y se planteó como objetivos específicos: Recopilar datos para conocer el proceso del servicio convencional de recojo de residuos sólidos, Piura - 2021; Construir el modelo de optimización del recojo de desechos, Piura - 2021 y Determinar la eficiencia del sistema de recolección de residuos, Piura - 2021.

Para obtener una justificación teórica; el autor tiene que realizarse estas preguntas: ¿Se completará algún ocio de conocimiento? ¿Se puede optar por ampliar las derivaciones a bases más extensas? ¿La información que se recolecte puede ser utilizada para estudiar, desplegar o avalar una teoría? ¿Se conseguirá estar al tanto al comportamiento de una o varias variables o relacionadas entre sí? [...] ¿Se puede conseguir proponer opiniones, sugerencias o suposiciones a próximas investigaciones? (Hernandez Sampieri, 2014 pág. 40). En esta investigación se hizo un análisis más extenso de un modelo teórico que se representó mediante teorías matemáticas que se pudo llegar a optimizar las rutas existentes y así se pudo conseguir un incremento en la eficiencia, debido a la información se permitió elevar el conocimiento teórico.

Para justificar de forma práctica en un estudio se debe realizar estas preguntas: ¿El estudio contribuirá a resolver algunos problemas existentes? ¿Tiene impedimentos notables para una extensa gama de dificultades prácticos? (Hernandez Sampieri, 2014 pág. 40). De manera practica en esta investigación se aplicó modelos matemáticos y un modelo de transporte en este caso se utilizó el agente viajero se pudo llegar a optimizar las rutas planteadas del servicio de recojo de desechos.

De acuerdo con (Guillen Valle, y otros, 2014 pág. 36) Justificación metodológica “¿El resultado de la investigación es un modelo matemático, o instrumento de medición (cuestionario) o un software que podrá ser utilizado en otras investigaciones?”. Se logro realizarse el objetivo plasmado en este estudio y se obtuvo un aumento en la eficiencia en el servicio se usó modelos matemáticos, herramientas del agente viajero y guías de observación y se llegó a lograr una buena optimización en las rutas.

Tenemos como hipótesis primordial una optimización de rutas permite un incremento en la eficiencia en el sistema de recolección convencional de residuos sólidos, Piura-2021. Como hipótesis específicas: La recopilación de datos permite conocer el servicio de recolección de residuos sólidos, Piura-2021; El nuevo modelo de optimización corrige el sistema de recojo de desechos, Piura-2021 y El incremento de la eficiencia permite una mejora en el servicio convencional de recolección de residuos sólidos, Piura-2021.

Como expresa (Serrano, 2020 pág. 88) la delimitación espacial se refiere a la superficie geográfica y espacial en donde se realizará el estudio. En este estudio se evaluó el servicio convencional de recojo de desechos domésticos en las zonas de cono sur, cono norte y cono centro, por temas de privacidad la Municipalidad que se investigó decidió que no nombraran el sitio exacto donde se realizó la investigación.

De la misma forma (Serrano, 2020 pág. 88) menciona que la delimitación de tiempo se refiere al espacio o lapso selecto para realizar el estudio. Esta investigación se estudió por 3 meses, ya que la evaluación de las rutas de transporte antes de la aplicación de la optimización de rutas se obtuvo mediante documentos de la Municipalidad.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Esta investigación se trató de cómo se puede llegar a optimizar las rutas, pero en este caso aplicado al servicio de recolección de desechos para mejorar la eficiencia en el servicio. Se encontraron estos antecedentes internacionales demostrando que optimizando las rutas no tan solo puedes incrementar la eficiencia, sino que también se podría disminuir costos; además se pudo observar que se puede optimizar de diferentes maneras, ya sea de manera heurística o Metaheurística.

(Alajo Tumbaco , y otros, 2019) se desarrolló en la ciudad de Latacunga-Ecuador; el objetivo principal fue aplicar un modelo de simulación de redes para optimizar las rutas de transporte de recolección de residuos; tuvieron una población de 63.767 habitantes en el sector urbano; los instrumentos que se usaron fue una exploración de las Ciencias Físico-Naturales y para desenvolver la simulación utilizaron el software ArcGIS. Los resultados que se obtuvo en esta investigación fueron: existía 301 contenedores se distribuyeron de la siguiente manera; en la ruta oriental tuvo 151 y en la ruta occidental 150. Latacunga tiene un servicio que recolecta 2.678,214tn de residuos por mes. Para cumplir con el servicio se realizó tres recorridos: la ruta oriental y la occidental se realiza de lunes a domingo de 08:00 - 16:00 pm y la ruta nocturna de 20:00 - 04:00 am; se realizaba por calles de mayor tránsito vehicular y se dificultaba poder realizarse. Se consiguió optimizar la ruta a 3,09%, reduciendo 2,74km y se

disminuyó en un 4,17% en combustible con un ahorro del 3,09% de la ruta oriental. La conclusión que llegaron los autores fue que existe una desorganización en todo el proceso de recolección como la documentación bibliográfica, datos estadísticos y de las formas de recolección, las leyes, normas y ordenanzas; lo cual permitió ejecutar de este proyecto.

(Garzon Espinosa , y otros, 2019) se desarrolló en la Ciudad de Salcedo-Ecuador; el objetivo primordial fue aplicar un modelo de simulación de rutas de transporte; teniendo una población de 15.610 de la zona urbana y una muestra de 390 personas; utilizaron la técnica de la observación y la técnica de medición para obtener información numérica con relación a los tiempos que realizó el compactador con ayuda de datos Geo referenciados. Los resultados fueron: La empresa Pública de Aseo realizaba la recolección de 1 a 2 veces los lunes, miércoles y sábado; entre los dos turnos se recolecta 6,43tn/día. En la Ruta de la Mañana comienza a las 15:00-18:00pm y tuvo un tiempo de 3:50:06hrs; existe dos sub-rutas, en la Ruta 1 su tiempo es de 3:15:00hrs y Ruta 2 en 3:35:10hrs. Las rutas de doble jornada y del turno de la noche son a partir de 19:00-23:00pm; la ruta de la zona urbana cumple con sus tareas hasta los domingos de 03:00-07:00am. Se comprobó que tuvo una distancia total de 23.85Km y consume \$13 en combustible, mediante el Router Planner se aplicó la optimización que se obtuvo realizando un análisis y se determinó que recorre un total de 22.49Km y consumiría \$12.25 en combustible. Con los datos obtenidos de la ruta actual del turno de la mañana recorre 1:32:00hrs; se utilizó la ruta optimizada y recorre 1:08:00hrs. La conclusión que llegaron fue posible la investigación de un estudio técnico donde nos dieron a conocer los diferentes tiempos y los errores de transporte que recorre la empresa de aseo, cuando realizó el servicio de recolección y con este estudio hizo que los investigadores realizaran una propuesta de un nuevo modelado de optimización a la empresa Pública de Aseo del Cantón Salcedo.

(Minga Quezada, y otros, 2019) esta investigación fue ejecutada en la Ciudad de Cuenca – Ecuador, el objetivo principal fue optimizar las rutas de recolección de los residuos urbanos del centro de cantonal; los instrumentos de recolección de datos que utilizaron fue fases de planificación, muestreo, análisis de datos que se determinaron y la guía para la caracterización de los Residuos Sólidos



Urbanos. Los resultados de la investigación fueron: los días que más generaban residuos los martes con 327.3 Kg/día y jueves con 281.35 Kg/día; teniendo un total de 266.98 Kg/día. La diferencia que existe entre la ruta actual y la ruta optimizada con aumento en la distancia de recolección de 1.9km, teniendo una reducción de tiempo de 47:25min lo que equivale a un 19.5% obteniendo una menor cantidad de giros a la izquierda de 24 a 18 y 10 a 2 retrocesos lo que equivale a un 80%. Se concluyó que se necesita reflexionar que dentro del trabajo de campo se pudo observar que la sociedad tiene un porcentaje significativo ya que no llegan a realizar la segregación respectiva de los residuos sólidos, para que así los residuos puedan ser reutilizarse mediante programas ambientales y procesos de reciclaje para optimizar los residuos por parte de la municipalidad y así disminuir su cantidad de residuos sólidos.

(Mendoza Guamán , y otros, 2018) se desarrolló en la Ciudad de Riobamba-Ecuador. El objetivo general fue minimizar los costos de las operaciones logísticas, de rutas urbanas de recolección de desechos sólidos de la empresa pública municipal GIDSA - Ambato aplicando un modelo matemático de programación. Las técnicas que utilizaron para recopilar información como fuentes primarias y secundarias, el instrumento que utilizaron fue la observación, entrevista, libros, revistas y artículos. Los resultados que obtuvieron fueron: la distancia diaria de las rutas urbanas era de 153,45km; el cual ofrecía un servicio a 363 contenedores y recogía 63,68tn de residuos. La op. de la ruta A tuvo una distancia de 29178m y se redujo 3907m; la op. de la ruta B es 22542m y se redujo 8979m; la op. ruta C es 20892m y se reduce 10356m, modificando la ubicación de los contenedores; la op. ruta G es 25675m y se reduce 9265m; la op. ruta H es 20145m y se reduce 8986m. El total de distancia de las rutas establecidas sería 159,945km diarios y en la distancia optimizada se reduciría 41,493km. Los costos mensuales de las rutas convencionales son \$4919,06 y el costo propuesto se ahorraría sería \$1276,90. Concluyeron que se identificó las prohibiciones que serán agregados a los programas de solución propuestas, ya que los vehículos de recolección tienen una capacidad limitada de 12tn, se consideró que los vehículos recolectores deben proporcionar el servicio a los todos los contenedores de la Ciudad.

(Domski Chiriboga, y otros, 2017) se desarrolló en las Galápagos. El objetivo fundamental fue determinar la mejor forma de seleccionar y procesar los residuos sólidos reciclables. La técnica que utilizaron fue revistas y libros sobre Lean Six Sigma. Los resultados que obtuvieron fueron: el 71% de los recolectores eran pesados al ingresar al centro de reciclaje, y los que no llegaban a pesarse se les daba un pesaje supuesto. Al reestablecer los puestos de selección se quedó con siete operarios para los desechos y otro para la banda transportadora. Se realizó un análisis de una implementación de mejoras a la instalación y materiales a \$2478.35. Se obtendría beneficios mensuales \$2343.75 con un operario menos. El porcentaje de horas será de 77%, incrementando la eficiencia a 32%; reduciendo a 10%, 27% y 35% el lapso de prensado de los vehículos 1, 2 y 3. Después de tener las alturas de las pacas optimizadas, el espacio por contenedor es 87.9% y serán necesarios 6.11 contenedores semanalmente. Las propuestas mencionadas en los métodos de compactación en tema de materiales e instalación, se efectuó un análisis costo-beneficio teniendo una inversión de \$1934.24 con un beneficio mensual de \$562.15, ya que se redujo 1hrs de trabajo. Se consignan los puestos de acopio planteados, la distancia total se redujo a 73.88% para almacenar, facilitando el despacho y teniendo una preservación de los materiales. Se concluyó que fue necesario esclarecer que los valores calculados sobre los mismos pueden variar. De este modo, el análisis ejecutado en este proyecto toma en cuenta el escenario medio estimado de los pronósticos.

Consideremos ahora los siguientes antecedentes nacionales, que vuelven a reafirmar que la optimización de rutas si se puede llegar a incrementar la eficiencia.

(Ruiz Liza, y otros, 2016) se realizó en la Ciudad de Chiclayo. El objetivo primordial fue diseñar un Modelo de Optimización en el sistema de Recojo de Residuos Sólidos en el Distrito de Reque para mejorar la eficiencia del Servicio Chiclayo. Optaron por una población de los sectores del Municipio de Reque. Las técnicas que utilizaron fue los formatos estándar, Análisis de documentos y la observación directa. Los resultados que obtuvieron fueron: tuvo una reducción de 26:47:00hrs diarias, con un 41% menos que el recorrido histórico. El Distrito de Reque generaba RS un total de 13.707tn/día y gastaba S/132 en combustible;

S/9986.92 en el salario del personal; hay un total de 72hrs máquina empleadas (Volquete, 1 y 2 moto furgón). El modelo de optimización del recojo de RS tiene un incremento Optimo del 100% en la eficiencia del servicio. Las distancias proyectadas al mes son 17,429.66km por las rutas; los residuos generados estimados por día 3.95TN y 118.52TN por mes. Se reduce 42% de distancias en el Distrito de Reque centro, al 38% para la ruta del 28 de julio, al 13% para sector esperanza y al 31% para el sector Villa el sol. Concluyeron que la Municipalidad de Reque no contaba con la información que se requería para esta investigación, lo cual fue difícil para poder procesar los datos y analizar la situación actual en el distrito de Reque, y aunque cuentan con personal asignado. Para la sectorización de rutas se realizó con un plano desactualizado que la Municipalidad nos brindó, ha servido para establecer una base sobre el recojo de desechos empleando otras técnicas.

(Diaz Coba, y otros, 2019) se desarrolló esta tesis en Chepén. El objetivo principal fue diseñar y aplicar un modelo de optimización de rutas para el recojo de residuos sólidos para reducir los costos de transporte. La población fue el casco urbano del distrito de Chepén y las unidades de transporte de la Municipalidad. La técnica y el instrumento que utilizaron fue la observación directa y las tablas de registros. Hicieron una comparación de los resultados actuales y la propuesta fueron: La municipalidad tenía tres compactadores; teniendo un horario de 6:30–12:30pm, en la primera ruta gastaban 35gal/día con una distancia de 15.6km y un tiempo de 5:30:00hrs, la segunda 40gal/día con una distancia de 18.8km con un tiempo de 5:45:00hrs y la última 45gal/día con una distancia de 17.9km con un tiempo de 5:22:00hrs; habiendo un total de distancias de 36.7km, el costo total de transporte desde marzo hasta mayo fue S/73,318. Distancia de las rutas obtenidas en la primera ruta 6.30km, en la segunda ruta 7.44km y la última ruta 8.42km. El total de costos operativos durante los meses desde Julio hasta octubre fue S/66,098 teniendo una disminución del 9% en costos de transporte y un total de distancias de 22.16km que llegó a reducir los costos de transporte en un 12.1%. La conclusión fue determinar el efecto de la aplicación del modelo de optimización de rutas sobre los costos de transporte en la Municipalidad de Chepén, podemos decir que la

aplicación del modelo de optimización de rutas disminuye los costos de transporte.

(Alvarado Prado, y otros, 2020) se desarrolló en el distrito caleta de Carquín-Huacho. El objetivo trascendental fue diseñar un esquema optimizado de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales mediante el uso de herramienta SIG. La población fue todo el distrito de Caleta de Carquin. La técnica que se uso fue el análisis documental y utilizando las herramientas SIG. Los resultados fueron: la recolección actual se realizaba de lunes a sábado desde las 6:00-10:45am se utilizaba un volquete de  $15m^3$ ; los trabajadores conformados por 4 personas, la generación total de RS eran 2.5tn. Obteniendo que el tiempo recorrido diario fue 4:45:00hrs, sin contar los tiempos muertos que había por el efecto del tráfico y el estado de las calles. La distancia total recorrida fue 11.8km, teniendo 6.5gal/día de combustible. La ruta propuesta fue: los tiempos de recolección se realizaron en 3:21:00hrs; la distancia recorrida obtenida con ayuda del software fue 9.8km y un consumo de 4.6gal/día de combustible. Comparando entre la ruta actual y la propuesta tuvo una reducción de 84min/día en el tiempo de recolección; 2.03km/día en la distancia recorrida y un consumo 1.9gal/día de combustible. Concluyo se ha logrado identificar y recolectar los datos de la ruta actual del recojo de los residuos sólidos del Distrito Caleta de Carquín que fueron distancia recorrida fue de 11.83km, tiempo recorrido fue 285min y consumo de combustible de 6.5gal/día.

(Vives Carrasco, y otros, 2018) se desarrolló en la Provincia de Bagua-Amazonas. El objetivo general que plantearon los autores fue proponer lineamientos para optimizar el sistema de recolección convencional de residuos sólidos. La población estaba conformada por 29599 habitante de la Ciudad de Bagua y su muestra fue de 132 hogares. Las técnicas e instrumentos que utilizaron fue la observación directa, análisis documental y registro de datos. Los resultados fueron: el servicio de recojo tenía tres rutas 1001, 2001,2002 con el horario de lunes-sábado de 6:00-14:00pm generando un gasto de combustible de 28gal/día. En la ruta 2005 tenía un horario de lunes a domingo de 19:00-3:00am teniendo un gasto de 5gal/día. Con lo propuesto las rutas 1001,2001 y 2002 se brindaba cuatro días a la semana en un horario de 13:00-21:00pm mediante el método de acera, gastando 27.3796gal/día de combustible. En la

ruta 2005 ofrecía el servicio todos los días con el horario del resto de rutas, pero la recolección era mediante contenedores, con un gasto de 3gal de combustible. El monto anual del servicio de recolección es S/.792,871. Con el servicio convencional anterior tenía un gasto de 812gal/mes y con la propuesta ahorra 337.9264gal/mes. Se comparo el servicio actual con la propuesta y se tuvo como resultado que se entrega mayor cantidad de desechos, los tiempos muertos han sido eliminados, ya que, el horario de comida se ha omitido y se tuvo una reducción de combustible. La conclusión fue evaluar la eficiencia de recojo por ruta, en la que se obtuvo una mejora en el turno tarde cuya eficiencia promedio fue de 3.423recipiente/min por persona ya que en el turno mañana fue de 2.79 recipiente/min por persona.

(Rivera Rodriguez, 2019) se desarrolló en el Distrito de Jauja-Huancayo. El objetivo principal fue proponer un diseño optimizado de rutas para el recojo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jauja, utilizando el método del agente viajero. La población fue todas las calles que conforman el distrito de Jauja y la muestra fue de 293 nodos del distrito. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación directa y análisis de documentos, y los instrumentos son las guías de observación, lista de cotejo y análisis documentario. Los resultados fueron: La Municipalidad de Jauja recogían tres veces por semana y el horario era turno de mañana 5:00-8:30am y turno tarde 1:30-8:30pm. En el mantenimiento preventivo cuenta con un presupuesto asignado de S/27,473.00 según elaboración del Plan Operativo Institucional (POI). El costo de combustible tiene un total de S/69,696.00 anual. Las remuneraciones mensuales tenían un total de S/47,061.20 para el Área de Gestión Integral de RS. Teniendo un beneficio de 6km/gal y la velocidad promedio de 5km/h, el consumo de combustible es S/149.40, considerando el precio actual del galón de gasolina de 90 octanos en el mes de noviembre a S/13.28. Las rutas propuestas logran un ahorro anual de S/32,718.13 y reduce el tiempo en un 48.8%. Lo que concluyo fue el estado actual del recojo de residuos sólidos del distrito de Jauja, mencionando el presupuesto asignado para el servicio de recolección de residuos, incluyendo el personal y el mantenimiento de los compactadores según el Plan Operativo Institucional (POI).

Esta indagación se concentra en el uso de la investigación de operaciones el cual utiliza métodos científicos para ayudar a tomar las decisiones adecuadas mediante modelos matemáticos. Se manipulo como herramientas la programación lineal, optimización de transporte y el agente viajero. Con relacion al marco teorico que fue respaldado en esta investigacion, se comenzo a sustentar la varible Independiente **“Optimizacion de rutas”**. En este caso se utilizó estas herramientas para rutas pequeñas.

Según (Alzate Montoya, 2018 pág. 04) la investigación de operaciones muestra diferentes herramientas que procura adaptarse a los distintos problemas existentes en la vida de la ingeniería. Por eso que la modelización de los problemas tiene un papel muy importante en la solución y optimización de ellos mismos. El origen de la investigación de operaciones son los modelos matemáticos, que considera observar y explicar las restricciones exactas de un problema a resolver.

Desde el punto de vista de (Valencia Nuñez, 2018 pág. 30) la investigación de operaciones puede llegar a tener más importancia en los aspectos teóricos en los modelos matemáticos, que los aspectos prácticos. El hecho de estudiar de forma exclusiva modelos matemáticas, aun siendo significativo para la IO, (...), es obligatorio comprobar la aplicabilidad de los resultados que se derivan de los modelos matemáticos.

Citando a Peralta Márquez investigación de Operaciones es la aplicación del procedimiento científico para la resolución de un problema exacto, por un conjunto multifacético de personas, con una orientación de métodos (Peralta Marquez, 2019 pág. 20).

Incorporar un contexto por medio de modelos matemáticos, a través de la razón, con la finalidad de contribuir en el proceso de toma de decisiones. (Martinez Salazar, y otros, 2014 pág. 03).

Se catalogan modelos matemáticos de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia en determinísticos, híbridos y estocásticos; como los problemas no lineales (heurísticas, metaheurísticas, modelos de búsqueda) y problemas de programación lineal (programación de redes, recursos, programación entera, binaria) (Alzate Montoya, 2018 pág. 11).

De forma global un modelo matemático en IO se simboliza con que se debe formular cuál es su objetivo si es minimizar o maximizar y expresar cuales serían sus limitaciones (Rivera Rodriguez, 2019).

El primordial objetivo de un modelo de transporta es disminuir los costos operativos y que usan de base a la programación matemática, en su totalidad se manipula con algoritmos genéticos metaheurísticos (Sanchez Almeida, 2017 pág. 23).

Como propósito principal de un modelo de transporte tiende a minimizar costos de distribución de cierta cantidad de unidades de los inicios a sus destinatarios (Martinez Salazar, y otros, 2014).

Un modelo de transporte consta de transportar un objeto desde sus orígenes hasta sus destinos, la finalidad es establecer cual programa de transporte se utilizará para que minimice el costo total de transporte y en el cual compense los fines de la oferta y la demanda (Taha, 2014).

Como indica Cerrón la base de una micro ruta es disminuir el manejo de tiempo, “la minimización de las distancias muertas, el retroceso de los vehículos, vueltas a la izquierda o en U, recolección en las calles grandes durante las horas de mayor afluencia de tráfico y otros tiempos que atrasan el servicio” (Cerron Palomino, 2015 pág. 03).

Se designa micro ruteo, al recorrido detallado que efectúan a habitualmente los vehículos que recolectan desechos sólidos en los lugares asignados. (Muro Chafloque, y otros, 2019 pág. 24)

El micro ruteo es el camino detallado que el vehículo recolector le corresponde cumplir a diario en los lugares de la población donde han sido asignados, con la finalidad de recolectar la máxima cantidad posible que generan los ciudadanos en dicha área. Frecuentemente el repartimiento de rutas implica un conjunto de dificultades dado que no es un hecho trivial, el elegir la ruta optimizada a seguir entre dos puntos definitivos, se considera restricciones que el proceso puede ocasionar, si se toma en cuenta el método de recolección, las vialidades existentes, los horarios, etc. (Ruiz Liza, y otros, 2016).

A continuación, algunos autores precisarán la variable independiente “**optimización de rutas**”.

Según (Lozano Rojo, 2016) precisa que la optimización de rutas se basa en establecer cuál va a ser la medida por optimizar, si el tiempo del transporte o el costo de este. Estableciendo un parámetro designado, conociendo los trayectos de ruta (con su coste y tiempo). La optimización se trata de hacer la máxima cantidad de servicios en el mínimo tiempo. Las rutas que establecen la distancia transcurrida no son muy importantes.

Al llegar optimizar el servicio de recojo se tendrán en cuenta que se realizara con un bajo costo posible, favoreciendo a los usuarios, y haciendo que el sistema de recolección sea apropiado y eficiente (Tirado Melendez, 2016)

La optimización de recojo de desechos se debe estar orientado a la selección de vehículos, boceto de rutas, el personal, escala de cobertura habitual en el servicio (Alvarado Prado, y otros, 2020 pág. 13).

“La acción de la optimización aplicada a la ingeniería se evidencia en un nuevo producto o también en la modificación de un proyecto del producto que ya existe” (Diaz Coba, y otros, 2019).

Además de los conceptos de la variable independiente, igualmente se definirá la dimensión que se tomaron en cuenta en la presente investigación. En este caso se tomó como única dimensión “**tiempo**”; los siguientes autores lo definen como:

Como expresa (Raffino , 2020) la terminología del tiempo basada en la física, el tiempo a una magnitud es utilizada para calcular la permanencia o la separación de varios acontecimientos; lo que accede a ordenarlos en una secuencia de pasado, presente y futuro. (...). En la física, el tiempo se le considera una variable que permite ser combinada con otras; también permite determinar la posición, el movimiento, la velocidad y muchas otras magnitudes de un objeto o sistema.

$$t = \frac{\textit{distancia}}{\textit{velocidad}} \qquad d = \textit{velocidad} \times \textit{tiempo}$$

En consecuencia, el “tiempo de viaje” es un término físico, tecnológico, económico y social de los muy numerosos modos posibles, para encargarse y



solucionar la fricción que las distancias territoriales encajan en la conexión y el relacionamiento entre las personas y entre sus actividades (Cola, 2019 pág. 56).

Asimismo, se sustenta la variable dependiente en este caso se utilizará la “**Eficiencia**”, ya que se requiere tener un excelente funcionamiento en el sistema de recojo de desechos teniendo en cuenta el aumento de toneladas de residuos solidos.

Al pasar de los días, se busca alguna manera de poder optimizar el tiempo, el dinero, etc. Este modo también se ubica en la industria, ya que es muy significativo poder optimizar los productos o procesos con el fin de minimizar tiempos, mejorar la eficiencia y disminuir los costos de fabricación de un producto o servicio (Díaz Coba, y otros, 2019 pág. 18).

Sin embargo no se puede indicar que en el ámbito de la administración local exista una cantidad de trabajo empírico sobre la medición de eficiencia, si se puede considerar que el caso concreto del servicio de recolección de desechos ha sido uno de los más investigados. La investigación de estos estudios ha podido clarificar los indicadores que especifican la actividad de los servicios públicos, lo que favorece a generalizar y perfeccionar diferentes usos en la medición de eficiencia. Obviamente, las limitaciones informativas de las variables permitan una mayor o menor refinamiento del análisis. Colocar de información respectiva a la distribución territorial de los contenedores y los kilómetros recorridos por los diferentes vehículos permitiría internalizar los efectos derivados de la distancia entre los centros de recogida y los de depósito (Alvarez Villamarin, y otros, 2016 pág. 19).

A continuación algunos autores definen la variable dependiente “**Eficiencia**” como:

La eficiencia de un proceso productivo, se puede medir la relación entre la cantidad del producto obtenida y los recursos utilizados. En el marco del TAC generalmente es medida con base en el grado de utilización de los vehículos. Los indicadores típicos son la cantidad de kilómetros que los vehículos y volumen de carga. (Rincon Munar, 2019 pág. 27)

Según (Gutierrez Junquera, 2007 pág. 254) define: la eficiencia en forma global como “la relación existente entre los resultados (producto, beneficios, utilidad total) que obtenemos y los esfuerzos (costos) que debemos soportar para obtenerlos”.

(Arevalo Vilchez, 2017 pág. 52) reafirma: “es la relación entre los resultados alcanzados y los recursos horas maquina utilizados”.

De esta forma como se precisó la variable dependiente, también se efectuará de la misma manera con las dimensiones, en este aspecto una de las dimensiones es la “**distancia**” se define como:

Según (Wilson , y otros, 2003 pág. 33) la distancia es simplemente la longitud total del trayecto recorrido al moverse de un lugar a otro.

Admitamos que la distancia se calcula con una métrica euclídea (asimismo puede desarrollar a distintos tipos de métrica; las distancias logran verse afectadas de “factores de ruta” que minimizan la distancia real en la red de transporte). La ubicación de cada cliente que debe visitarse puede darse entonces en coordenadas polares  $(r,0)$ , con el almacén situado en el origen de coordenadas  $(r_1=0)$  (Robusté Antón, 2005).

Otra dimensión que tiene la variable dependiente es el “**volumen**” se concreta como:

Según los autores definen El volumen de una muestra es la cantidad de espacio que ocupa (Alsina, y otros, 2015 pág. 02).

Marco Legal tenemos las siguientes leyes establecidas por el Congreso de la Republica:

La ley N°28611- Ley General del Ambiente muestra sobre el deber y derecho primordial que tiene cada persona para vivir en un ambiente saludable, equilibrado y apropiado, asegurando especialmente la salud de forma colectiva e individual. Y el deber de apoyar con la gestión ambiental y de proteger el medio ambiente, conservando la diversidad biológica; aprovechando los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país (MINAN, 2005).

El D.L N. ° 1278 – Ley de gestión integral de residuos sólidos. Actualizado en el 2020.

En el artículo 35 se encuentra la terminología sobre de que trata la recolección de residuos municipales; debe ser selectiva y efectuada de acuerdo con la municipalidad que corresponde. La asociación de recicladores o los recicladores se complementan al sistema de recolección selectiva efectuado por la municipalidad. La autoridad local define cual será la valorización y criterios de la recolección selectiva (MINAN, 2020).



Figura 3: Gestión de Residuos Sólidos Municipales

Con respecto a la figura N. °3 se observa la gestión responsable de residuos sólidos municipales y como se debería segregar correctamente para poder tener un aprovechamiento en los desechos que se utiliza diariamente.

En el Artículo 41 se habla sobre cuál sería la disposición final de los residuos que no pueden ser reciclados o tener otra utilidad que se da por la tecnología u otras condiciones respaldadas, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas del desecho con el objetivo de eliminar lo que puede llegar dañar tanto a la salud como el medio ambiente (MINAN, 2020).

En el Artículo 38 habla sobre como es el transporte en el SGRS; establece el proceso de manejo de los desechos realizada tanto por la municipalidad y

empresa encargada sobre recolectar RS, que están encargadas de realizar el transferencia correcto de los desechos recolectados hasta la última fase que es tanto la disposición final o la valorización (MINAN, 2020).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

(Hernandez Sampieri, 2014 pág. 36) En el enfoque cuantitativo se establece en medir los rasgos de las anomalías sociales, lo cual se deduce que tiene que provenir de un contexto teórico adecuado al tema observado. Las teorías que se definen en una investigación cuantitativa son aceptadas por la comunidad científica, ya que se utiliza métodos matemáticos.

Nos (Hernandez Sampieri, 2014 pág. 92) da conocer: que la investigación descriptiva “se pretende calcular o recopilar datos de manera independiente o en conjunto sobre los conceptos o las variables [...]”.

Los diseños preexperimentales, mide a un solo grupo con una preprueba antes de hacer el tratamiento experimental y posprueba después de aplicar el tratamiento (Hernandez Sampieri, 2014 pág. 141).

$$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Donde:

*X : Optimización de Rutas (Variable Independiente)*

*O<sub>1</sub> : Productividad actual*

*O<sub>2</sub> : Productividad Optimizada*

*G : Vehículo compactador*

(Hernandez Sampieri, 2014) Los diseños longitudinales se pueden recolectar datos a través del tiempo en momentos diferentes para poder deducir después del cambio que se traza hacer.

Precisamente este estudio fue enfoque cuantitativo de tipo descriptiva/explicativa con diseño preexperimental longitudinal, que nos describió las condiciones actuales y requeridas respecto a la recolección de desechos y se pudo realizar el objetivo planteado en esta investigación.

### 3.2. Variables y Operacionalización

(Sáez Lopez , 2017): indica que se cuenta con diversos tipos de variables experimentales en función a los procedimientos usados por un control y manipulados voluntariamente en la investigación. Fundamentalmente poseemos una variable independiente, que influye, es el antecedente y por lo tanto es la causa de la variable dependiente. Este proyecto de investigación estudio como variable independiente el “optimización de rutas”, y como variable dependiente la “eficiencia”. La matriz operacionalización de estas dos variables se pueden observar:

#### VI: “Optimización de Rutas”

**Definición conceptual:** Según (Lozano Rojo, 2016): precisa que la optimización de rutas se basa en establecer cuál va a ser la medida por optimizar, si el tiempo del transporte o el costo de este. Estableciendo un parámetro designado, conociendo los trayectos de ruta (con su costo y tiempo). La optimización se trata de hacer la máxima cantidad de servicios en el mínimo tiempo. Las rutas que establecen la distancia transcurrida no son muy importantes.

**Definición operacional:** Ya obteniendo toda la información necesaria que se utilizara en esta investigación, se comenzó a utilizar la herramienta del agente viajero para minimizar el tiempo de recorrido de la ruta.

**Indicadores:** este caso para la optimización de rutas se escogió el tiempo de cada ruta mediante la fórmula de distancia entre la velocidad que se utilizó para recorrer la ruta.

**Escala de medición:** Razón

#### VD: “Eficiencia”

**Definición conceptual:** “La eficiencia de un proceso productivo, se puede medir la relación entre la cantidad del producto obtenida y los recursos utilizados. En el marco del TAC generalmente es medida con base en el grado de utilización de los vehículos. Los indicadores típicos son la cantidad de kilómetros que los vehículos y volumen de carga” (Rincon Munar, 2019 pág. 27).

**Definición operacional:** Se evaluó las distancias y volumen de residuos que se genera en cada ruta.

**Indicadores:** en este caso para calcular la eficiencia del servicio fue mediante el volumen de residuos sólidos en cada una de las rutas y las distancias de cada ruta que hace el compactador.

**Escala de medición:** Razón

### 3.3. Población, muestra y muestreo

De acuerdo con (Sáez Lopez , 2017): población “es el conjunto total de individuos, con características observables comunes en un contexto y en un momento determinado”.

Con respecto a la población se tuvo a los 5 camiones compactadores que tiene la municipalidad para el sistema de recojo de desechos que realiza dos turnos por día. La duración de la evaluación para la adquisición de la muestra fue de aproximadamente tres meses y desempeñan los siguientes criterios:

**Criterios de inclusión:** Se considero al desempeño de los camiones compactadores, ya que, la variable dependiente se trató sobre la eficiencia de la actividad que se realiza en la recolección de residuos sólidos.

**Criterios de exclusión:** No se ha considero a la población.

(Bernal Torres, 2010 pág. 178) el muestreo es utilizado para precisar el tamaño de la muestra para desenvolver el estudio. En relación con el muestreo será no probabilístico ya que todos los elementos de la muestra son factibles de ser escogidos.

**Tabla 2:**

*Población y Muestra de Estudio.*

UNIDADES DE ESTUDIO
Camión compactador

FUENTE: Elaboración Propia, 2021

La muestra se designa censal ya que es igual a la muestra. Para este estudio se seleccionó toda la población, por lo que considero que sería una muestra censal.

Por lo que se consideró una cantidad controlable de vehículos compactadores en el sistema de recojo convencional de desechos.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con (Hernandez Sampieri, 2014 pág. 252): reafirma que la observación directa cada día adquiere mayor credibilidad y su uso tiende a popularizar, permite conseguir información directa y confiable, siempre y cuando sea un procedimiento ordenado y controlado, también para aplicar la observación directa se está utilizando medios audiovisuales, fundamentalmente en la conducta de las personas en su lugar de trabajo.

Según (Guillen Valle, y otros, 2014) explica que “la ficha bibliográfica se usó para anotar los datos referidos a los libros que se emplearon durante el proceso de la investigación” (pág. 70).

Razón por las cuales esta investigación se utilizaron las técnicas como fuente primaria es la observación directa para saber cuál fue la situación actual antes de manipular la variable independiente; y la fuente secundaria fue la ficha bibliográfica que evaluó las rutas propuestas por la Municipalidad. El instrumento de recolección de datos que se utilizó para tener información fue una guía de observación de campo tanto para las distancias, el tiempo recorrido y el formato general para la recolección de residuos sólidos.

#### **Tabla 3:**

*Técnicas e instrumentos para recolección de datos*

VARIABLE	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO	INSTRUMENTO	FUENTE
Optimización de rutas	Observación directa	Formato de Tiempo de ruta Formato General de ruta	El formato de tiempo de ruta se ha considerado de la Tesis de (Diaz Coba, y otros, 2019) pero se ha modificado. El formato general se modificado del reporte de horario del establecimiento de la Región de Piura.

	Ficha Bibliográfica	Documento de rutas actuales Reporte de Horario – Ruta de compactador	Documentación del Área de Residuos Solidos
Eficiencia	Observación directa	Formato de Distancia de ruta	El formato de distancia de ruta se ha considerado de la Tesis de (Diaz Coba, y otros, 2019) pero se ha modificado.

Fuente: Elaboración Propia,2021

### Validez

La validez de los instrumentos estuvo a cargo de expertos conocedores de la materia, con el fin de evaluar y efectuar las modificaciones o correcciones necesarias, con la intención de certificar la calidad y originalidad de la investigación. En la parte de Anexos están las validaciones de los cuatro expertos; los cuales son:

- Mg. José Carlos, Sandoval Reyes.
- Mg. Edcel Antonio, Córdova Acosta.
- Mg. Hugo Daniel, García Juárez.
- Dr. José Pablo, Rivera Rodríguez.

### 3.5. Procedimientos

Para esta investigación la manera que se ejecutó fue mediante los objetivos específicos que se basan sobre el análisis de la eficiencia; se encontró mediante el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto que existió una baja eficiencia en el servicio de recojo de desechos. El primer objetivo específico recopilar datos para conocer el proceso del servicio convencional de recojo de residuos sólidos, Piura – 2021; se recopiló toda la información necesaria que se llegó a utilizar para esta investigación, después se monitoreó las rutas que habitualmente hacia los compactadores para certificar si la información recopilada era correcta y por lo consiguiente si lleva a cabo correctamente las rutas. Por otra parte, el segundo objetivo específico construir el modelo de optimización del recojo de desechos, Piura - 2021. En este caso la población son los camiones compactadores se analizó las rutas establecidas; se utilizó los siguientes instrumentos de recolección de datos un formato de tiempo de ruta, formato de distancia y un



formato general que será de forma específica. Los formatos están ubicados en los anexos. Después realizaron las nuevas rutas mediante el agente viajero. Para concluir se tiene al tercer objetivo específico determinar la eficiencia del sistema de recolección de residuos, Piura - 2021. Se hizo una evaluación para ver si incremento la eficiencia con las nuevas rutas propuestas por la autora, sobre todo se hizo una comparación de la eficiencia anterior con la nueva después de la manipulación de la variable independiente.

### 3.6. Método de análisis de datos

En este proyecto de investigación denominado “Optimización De Rutas Del Sistema De Recojo De Residuos Sólidos Para Incrementar La Eficiencia, Piura - 2021”. Para obtener el diagnóstico actual del servicio de recojo de desechos se analizó mediante la estadística descriptiva e inferencial se utilizó el programa de Microsoft Excel y IBM SPSS Statistics para realizar representaciones gráficas, cálculos y tablas estadísticas; se anexó la documentación bibliográfica ya sea las rutas actuales. Con la observación directa se evaluó al vehículo compactador que fue mediante los formatos de tiempos de cada ruta, formato de distancia y formato general. Después se realizó las rutas optimizadas se utilizó modelos matemáticos, modelo de transporte se planteó en el programa Microsoft Excel para las coordenadas de las nuevas rutas se usó Google Maps. Luego se continuó a hacer una comparación de las rutas actuales con las nuevas rutas y se analizó si hubo un aumento de eficiencia por micro ruta.

### 3.7. Aspectos éticos

La información compartida de parte del establecimiento se manejó de forma cautelosa y confidencial; ya que, esta información solo se utilizó para los medios de este estudio. Para que se apruebe la originalidad de esta investigación que garantiza que el autor que cumplió con las normas de la elaboración dejando expresar constancia que la investigación es original se utilizó la herramienta de TURNITIN según la declaración de autoría RVI N.º 008-2017-VI/UCV. En anexos se ubica la autorización de información por parte de la Municipalidad para utilizar su información cautelosamente sin llegar a mencionar la ubicación de la Municipalidad en la investigación.

#### IV. RESULTADOS

La observación de la eficiencia de la situación anterior de un servicio convencional de recolección de residuos sólidos en la Región Piura se realizó mediante el método de acera; contaba con seis compactadores que recorrían 9 micro rutas con dos turnos que cubren todas las zonas de la ciudad investigada.

**Tabla 4:**

*Horario de las Micro rutas*

<b>Micro rutas</b>	<b>N.º vehículos</b>	<b>Turno</b>	<b>Horario</b>
A	1	Mañana	7:00 am - 2:00 pm
B	1	Mañana	7:00 am - 2:00 pm
C	1	Mañana	7:00 am - 2:00 pm
D	1	Mañana	7:00 am - 2:00 pm
E	1	Tarde	2:00 pm - 8:00 pm
F	1	Tarde	2:00 pm - 8:00 pm
G	1	Tarde	2:00 pm - 8:00 pm
H	1	Tarde	2:00 pm - 8:00 pm
I	1	Tarde	2:00 pm - 8:00 pm

Fuente: Elaboración Propia,2021

Como se observa en la tabla N.º 4 el horario de la recolección de desechos que fue de lunes hasta los sábados que tuvo establecido la Municipalidad. El turno de mañana empezaba 07:00 a.m. hasta la 1:30 p.m. por otro lado el turno de tarde empieza a las 02:00 p.m. hasta las 7:30 p.m.

**Tabla 5:**

*Distancia y Tiempo Promedio por Micro ruta*

<b>Micro rutas</b>	<b>Distancia Promedio (Km/día)</b>	<b>Tiempo Promedio (Hrs)</b>
A	27	6
B	26	6

C	27	6
D	27	6
E	25	6
F	26.50	6
G	26.39	6
H	27.45	6
I	27.12	6

Fuente: Elaboración Propia,2021

Como se muestra en la tabla N.º 5 se analizó las micro rutas que eran realizadas por parte de la Municipalidad tenían un tiempo y una distancia promedio para el servicio de recolección.



Figura 4: Micro Rutas en la Ciudad

Para ser más específicos en la figura N.º 4, se observa el mapa de la ciudad que se hizo la investigación se indica en donde se realizaba el servicio de recolección de residuos sólidos y de manera más específica se encuentra en los Anexos desde la figura N.º 11 hasta la N.º 19.

**Tabla 6:**

*Cargas Promedio*

<b>Micro rutas</b>	<b>Carga promedio (Tn)</b>	<b>Carga Máxima</b>
<b>A</b>	3.34	7
<b>B</b>	3.70	7
<b>C</b>	4	7
<b>D</b>	3.51	7
<b>E</b>	3.62	7
<b>F</b>	3.28	7
<b>G</b>	4.20	7
<b>H</b>	3.38	7
<b>I</b>	3.44	7

Fuente: Elaboración Propia, 2021

Para comprender mejor en la tabla N.º 6 se muestra las cargas promedio de cada micro ruta que se obtuvo desde el mes de marzo hasta el mes de mayo no tienen la misma cantidad de residuos sólidos. Para tener un análisis más profundo se mostrarán gráficos que indicaban una inadecuada distribución de micro rutas mediante el volumen de residuos mensual.

**Tabla 7:**

*Toneladas por Mes*

<b>MES</b>	<b>Toneladas Residuos Sólidos</b>
<b>MARZO</b>	977.90
<b>ABRIL</b>	978.03

<b>MAYO</b>	968.74
<b>TOTAL</b>	2924.67

Fuente: Elaboración Propia, 2021

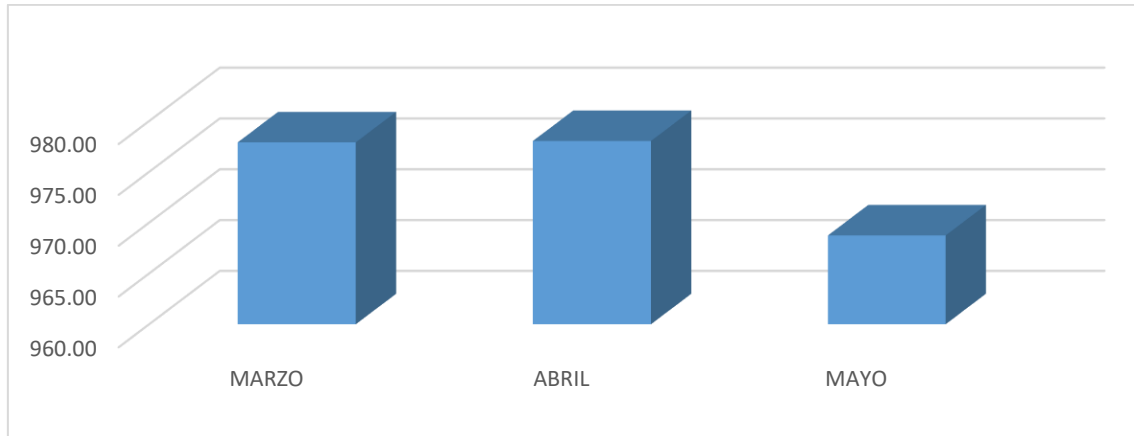


Gráfico 1: Toneladas Por Mes

Como se observa en la tabla N.º 7 y en el gráfico N.º 1 indica que el mes de mayo se recolectó menos residuos sólidos, ya que hubo problemas con los compactadores.

A continuación, se pudo realizar la optimización de las 9 micro rutas mediante el agente viajero, este método matemático busca encontrar que los recorridos sean de mínima distancia total con el fin de que no regrese al mismo punto de partida.

También usa como variable los arcos y como constante la distancia recorrida de cada arco. Por eso es pertinente que el compactador pase por las esquinas propuestas y así se pueda recolectar mayor volumen de residuos sólidos. Se busca aumentar la eficiencia según el objetivo planteado. En las calles que el compactador no se pasar, se tuvo que poner puntos de acopio. Las restricciones fueron las siguientes: el camino tendrá dos cuando un camino se tiene dos o más arcos y será uno cuando exista la suma de un subgrupo de dos arcos adyacentes. Se utilizó la programación lineal en las siguientes micro rutas con el fin de poder minimizar las distancias (Anexo 25). A continuación, se mostrará el modelo matemático de cada micro ruta que se realizó mediante el software LINGO:



Figura 5: Micro ruta A OP

Min Z:

298x001002+147x002003+225x003004+146x00400+121x005006+147x006007  
 +344x007008+144x008009+344x009010+159x010011+346x011012+244x0120  
 13+376x013014+144x014015+252x015016+102x016017+252x017018+102x01  
 8019+252x019020+369x020021+164x021022+173x022023+208x023024+153x  
 024025+211x025026+154x026027+208x027028+152x028029+208x029030+1  
 30x030031+157x031032+230x032033+230x033034+124x034035+233x035036  
 +210x036037+149x037038+113x038039+130x039040+198x040041+145x0410  
 42+192x042043+155x043044+190x044045+151x045046+190x046047+151x04  
 7048+187x048049+190x049050+273x050051+183x05052+166x052053+166x0  
 53054+113x054055+69x055056+113x056057+178x057058+122x058059+140x  
 059060+111x060061+165x061062+385x062063+287x063064+179x064065+1  
 52x065066+174x066067+154x067068+178x068069+152x069070+191x070071  
 +180x071072+141x072073+168x073074+186x074075+148x075076+153x0760  
 77+170x077078+297x078079+209x079080+299x080081+150x081082

Subject to

$x_{001002} + x_{002003} \geq 2$

$x_{003004} + x_{004005} \geq 2$

$x_{005006} + x_{006007} \geq 2$

x007008+x008009>=2  
x009010+x010011>=2  
x011012+x012013>=2  
x013014+x014015>=2  
x015016+x016017>=2  
x017018+x018019>=2  
x019020+x020021>=2  
x021022+x022023>=2  
x023024+x024025>=2  
x025026+ x026027+x027028>=2  
x028029+x029030>=2  
x030031+x031032>=2  
x032033+x033034>=2  
x034035+x035036>=2  
x036037+x037038>=2  
x038039+x039040>=2  
x040041+x041042>=2  
x042043+x043044>=2  
x044045+x045046>=2  
x046047+x047048>=2  
x048049+x049050>=2  
x050051+x051052>=2  
x052053+x053054>=2  
x054055+x055056+x056057>=2  
x057058+x058059>=2  
x059060+x060061>=2  
x061062+x062063>=2  
x063064+x064065>=2  
x065066+x066067>=2  
x067068+ x068069>=2  
x069070 +x070071>=2  
x071072>=1

$X_{072073} \geq 1$   
 $x_{073074} + x_{074075} \geq 2$   
 $x_{075076} + x_{076077} \geq 2$   
 $x_{077078} + x_{078079} \geq 2$   
 $x_{079080} + x_{080081} + x_{081082} \geq 2$

end

**Solución óptima**

Objective value: 14279.00

Variable	Value	Reduced Cost
		X001002 0.000000
151.0000		X002003 2.000000
0.000000		X003004 0.000000
225.0000		X00400 0.000000
146.0000		X005006 2.000000
0.000000		X006007 0.000000
26.00000		X007008 0.000000
200.0000		X008009 2.000000
0.000000		X009010 0.000000
185.0000		X010011 2.000000
0.000000		X011012 0.000000
102.0000		X012013 2.000000
0.000000		X013014 0.000000
232.0000		X014015 2.000000
0.000000		X015016 0.000000
150.0000		X016017 2.000000
0.000000		X017018 0.000000
150.0000		X018019 2.000000
0.000000		X019020 2.000000
0.000000		X020021 0.000000
117.0000		X021022 2.000000
0.000000		X022023 0.000000
9.000000		



55.00000	X023024	0.000000
0.000000	X024025	2.000000
57.00000	X025026	0.000000
0.000000	X026027	2.000000
54.00000	X027028	0.000000
0.000000	X028029	2.000000
56.00000	X029030	0.000000
0.000000	X030031	2.000000
27.00000	X031032	0.000000
0.000000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
0.000000	X034035	2.000000
109.0000	X035036	0.000000
61.00000	X036037	0.000000
0.000000	X037038	2.000000
0.000000	X038039	2.000000
17.00000	X039040	0.000000
53.00000	X040041	0.000000
0.000000	X041042	2.000000
37.00000	X042043	0.000000
0.000000	X043044	2.000000
39.00000	X044045	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
39.00000	X046047	0.000000
0.000000	X047048	2.000000
0.000000	X048049	2.000000
3.000000	X049050	0.000000
273.0000	X050051	0.000000
183.0000	X05052	0.000000
0.000000	X052053	0.000000

0.000000	X053054	2.000000
44.00000	X054055	0.000000
0.000000	X055056	2.000000
44.00000	X056057	0.000000
56.00000	X057058	0.000000
0.000000	X058059	2.000000
29.00000	X059060	0.000000
0.000000	X060061	2.000000
0.000000	X061062	2.000000
220.0000	X062063	0.000000
108.0000	X063064	0.000000
0.000000	X064065	2.000000
0.000000	X065066	2.000000
22.00000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
24.00000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	2.000000
39.00000	X070071	0.000000
0.000000	X071072	1.000000
0.000000	X072073	1.000000
0.000000	X073074	2.000000
18.00000	X074075	0.000000
0.000000	X075076	2.000000
5.000000	X076077	0.000000
0.000000	X077078	2.000000
127.0000	X078079	0.000000
59.00000	X079080	0.000000
149.0000	X080081	0.000000
0.000000	X081082	2.000000
0.000000	X004005	2.000000



Figura 6: Micro ruta B OP

Nota: En la micro ruta B es la parte exterior de la figura que se muestra en la parte de arriba.

MIN Z=

383x001002+448x002003+124x003004+294x00400+153x005006+308x006007  
+300x007008+124x008009+423x009010+375x010011+125x011012+362x0120  
13+410x013014+122x014015+401x015016+342x016017+148x017018+328x01  
8019+234x019020+293x020021+347x021022+189x022023+100x023024+295x  
024025+606x025026+480x026027+159x027028+208x029030+130x030031+1  
57x031032+230x032033+230x033034+124x034035+233x035036+210x036037  
+149x037038+113x038039+130x039040+198x040041+145x041042+192x0420  
43+155x043044+190x044045+151x045046+190x046047+151x047048+187x04  
8049+190x049050+273x050051+183x05052+166x052053+166x053054+113x0  
54055+69x055056+113x056057+178x057058+122x058059+140x059060+111x  
060061+165x061062+385x062063+287x063064+179x064065+152x065066+1  
74x066067+154x067068+178x068069+152x069070+191x070071+180x07107+  
141x072073+168x073074+186x074075+148x075076+153x076077+170x07707  
8+297x078079+209x079080+299x080081+150x081082

Subject to

x001002+x002003>=2  
x003004+x004005>=2  
x005006+x006007>=2  
x007008+x008009>=2  
x009010+x010011>=2  
x011012+x012013>=2  
x013014+x014015>=2  
x015016+x016017>=2  
x017018+x018019>=2  
x019020+x020021>=2  
x021022+x022023>=2  
x023024+x024025>=2  
x025026+ x026027+x027028>=2  
x028029+x029030>=2  
x030031+x031032>=2  
x032033+x033034>=2  
x034035+x035036>=2  
x036037+x037038>=2  
x038039+x039040>=2  
x040041+x041042>=2  
x042043+x043044>=2  
x044045+x045046>=2  
x046047+x047048>=2  
x048049+x049050>=2  
x050051+x051052>=2  
x052053+x053054>=2  
x054055+x055056+x056057>=2  
x057058+x058059>=2  
x059060+x060061>=2  
x061062+x062063>=2  
x063064+x064065>=2  
x065066+x066067>=2

$x_{067068} + x_{068069} \geq 2$   
 $x_{069070} + x_{070071} \geq 2$   
 $x_{071072} \geq 1$   
 $x_{072073} \geq 1$   
 $x_{073074} + x_{074075} \geq 2$   
 $x_{075076} + x_{076077} \geq 2$   
 $x_{077078} + x_{078079} \geq 2$   
 $x_{079080} + x_{080081} + x_{081082} \geq 2$

END

Solucion optima

Objective value:			12261.00
Variable	Value	Reduced Cost	
0.000000		X001002	2.000000
65.00000		X002003	0.000000
124.0000		X003004	0.000000
294.0000		X00400	0.000000
0.000000		X005006	2.000000
155.0000		X006007	0.000000
176.0000		X007008	0.000000
0.000000		X008009	2.000000
48.00000		X009010	0.000000
0.000000		X010011	2.000000
0.000000		X011012	2.000000
237.0000		X012013	0.000000
288.0000		X013014	0.000000
0.000000		X014015	2.000000
59.00000		X015016	0.000000
0.000000		X016017	2.000000
0.000000		X017018	2.000000
180.0000		X018019	0.000000
0.000000		X019020	2.000000

59.00000	X020021	0.000000
158.0000	X021022	0.000000
0.000000	X022023	2.000000
0.000000	X023024	2.000000
195.0000	X024025	0.000000
447.0000	X025026	0.000000
321.0000	X026027	0.000000
0.000000	X027028	2.000000
208.0000	X029030	0.000000
0.000000	X030031	2.000000
27.00000	X031032	0.000000
0.000000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
0.000000	X034035	2.000000
109.0000	X035036	0.000000
61.00000	X036037	0.000000
0.000000	X037038	2.000000
0.000000	X038039	2.000000
17.00000	X039040	0.000000
53.00000	X040041	0.000000
0.000000	X041042	2.000000
37.00000	X042043	0.000000
0.000000	X043044	2.000000
39.00000	X044045	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
39.00000	X046047	0.000000
0.000000	X047048	2.000000
0.000000	X048049	2.000000
3.000000	X049050	0.000000
273.0000	X050051	0.000000

183.0000	X05052	0.000000
0.000000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
44.00000	X054055	0.000000
0.000000	X055056	2.000000
44.00000	X056057	0.000000
56.00000	X057058	0.000000
0.000000	X058059	2.000000
29.00000	X059060	0.000000
0.000000	X060061	2.000000
0.000000	X061062	2.000000
220.0000	X062063	0.000000
108.0000	X063064	0.000000
0.000000	X064065	2.000000
0.000000	X065066	2.000000
22.00000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
24.00000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	2.000000
39.00000	X070071	0.000000
0.000000	X071072	1.000000
0.000000	X072073	1.000000
0.000000	X073074	2.000000
18.00000	X074075	0.000000
0.000000	X075076	2.000000
5.000000	X076077	0.000000
0.000000	X077078	2.000000
127.0000	X078079	0.000000
59.00000	X079080	0.000000
149.0000	X080081	0.000000

0.000000	X081082	2.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X028029	2.000000
0.000000	X051052	2.000000



Figura 7: Micro ruta C OP

Nota: En la micro ruta C es la parte interior de la figura que se muestra en la parte de arriba.

Min Z=

$$\begin{aligned}
 &363x001002+138x002003+295x003004+258x00400+210x005006+341x006007 \\
 &+241x007008+200x008009+226x009010+201x010011+202x011012+270x0120 \\
 &13+277x013014+265x014015+214x015016+392x016017+245x017018+296x01 \\
 &8019+281x019020+232x020021+261x021022+247x022023+280x023024+237x \\
 &024025+286x025026+263x026027+230x027028+311x028029+259x029030+2 \\
 &30x030031+257x031032+230x032033+230x033034+224x034035+233x035036 \\
 &+210x036037+243x037038+314x038039+266x039040+248x040041+259x0410 \\
 &42+220x042043+262x043044+256x044045+228x045046+263x046047+175x04 \\
 &7048+113x048049+190x049050+273x050051+183x05052+166x052053+166x0 \\
 &53054+113x054055+69x055056+113x056057+178x057058+122x058059+140x \\
 &059060+111x060061+165x061062+385x062063+287x063064+179x064065+1 \\
 &52x065066+174x066067+154x067068+178x068069+152x069070+191x070071 \\
 &+180x071072
 \end{aligned}$$

Subject to

$$x001002+x002003 \geq 2$$

$$x003004+x004005 \geq 2$$



x005006+x006007>=2  
x007008+x008009>=2  
x009010+x010011>=2  
x011012+x012013>=2  
x013014+x014015>=2  
x015016+x016017>=2  
x017018+x018019>=2  
x019020+x020021>=2  
x021022+x022023>=2  
x023024+x024025>=2  
x025026+ x026027+x027028>=2  
x028029+x029030>=2  
x030031+x031032>=2  
x032033+x033034>=2  
x034035+x035036>=2  
x036037+x037038>=2  
x038039+x039040>=2  
x040041+x041042>=2  
x042043+x043044>=2  
x044045+x045046>=2  
x046047+x047048+ x048049>=2  
x049050>=1  
x050051+x051052>=2  
x052053+x053054>=2  
x054055+x055056+x056057>=2  
x057058+x058059>=2  
x059060+x060061>=2  
x061062+x062063>=2  
x063064+x064065>=2  
x065066+x066067>=2  
x067068+ x068069>=2  
x069070>=1

x071072>=1

end

### Solucion optima

Objective value: 120122.00

Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	0.000000
225.0000		X002003	2.000000
0.000000		X003004	0.000000
295.0000		X00400	0.000000
258.0000		X005006	2.000000
0.000000		X006007	0.000000
131.0000		X007008	0.000000
41.00000		X008009	2.000000
0.000000		X009010	0.000000
25.00000		X010011	2.000000
0.000000		X011012	2.000000
0.000000		X012013	0.000000
68.00000		X013014	0.000000
12.00000		X014015	2.000000
0.000000		X015016	2.000000
0.000000		X016017	0.000000
178.0000		X017018	2.000000
0.000000		X018019	0.000000
51.00000		X019020	0.000000
49.00000		X020021	2.000000
0.000000		X021022	0.000000
14.00000		X022023	2.000000
0.000000		X023024	0.000000
43.00000		X024025	2.000000
0.000000		X025026	0.000000
56.00000		X026027	0.000000
33.00000			

0.000000	X027028	2.000000
52.00000	X028029	0.000000
0.000000	X029030	2.000000
0.000000	X030031	2.000000
27.00000	X031032	0.000000
0.000000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
0.000000	X034035	2.000000
9.000000	X035036	0.000000
0.000000	X036037	2.000000
33.00000	X037038	0.000000
48.00000	X038039	0.000000
0.000000	X039040	2.000000
0.000000	X040041	2.000000
11.00000	X041042	0.000000
0.000000	X042043	2.000000
42.00000	X043044	0.000000
28.00000	X044045	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
150.0000	X046047	0.000000
62.00000	X047048	0.000000
0.000000	X048049	2.000000
0.000000	X049050	1.000000
273.0000	X050051	0.000000
183.0000	X05052	0.000000
0.000000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
44.00000	X054055	0.000000
0.000000	X055056	2.000000
44.00000	X056057	0.000000

56.00000	X057058	0.000000
0.000000	X058059	2.000000
29.00000	X059060	0.000000
0.000000	X060061	2.000000
0.000000	X061062	2.000000
220.0000	X062063	0.000000
108.0000	X063064	0.000000
0.000000	X064065	2.000000
0.000000	X065066	2.000000
22.00000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
24.00000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	1.000000
191.0000	X070071	0.000000
0.000000	X071072	1.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X051052	2.000000



Figura 8: Micro ruta D OP

Min z=

400x001002+700x001003+350x002003+350x003004+280x004005+49x005006  
 +220x005007+93x006007+400x006008+320x007008+103x008009+350x00801  
 0+260x009010+153x010011+210x010012+153x011012+198x012013+330x013  
 014+163x014015+310x014016+240x015016+410x016017+310x016018+240x0  
 17018+180x018019+320x017019+270x019020+350x019021+181x020021+29  
 0x021022+250x021023+145x022023+210x022024+165x023024+210x023025+  
 145x024025+310x024026+270x025026+340x025027+176x026027+290x02602  
 8210x027028+210x028029+144x029030+166x030031+151x031032+310x0300  
 32+182x032033+210x033034+220x034035+400x032036+220x036037+450x03  
 6039+210x037038+340x037039+240x038039+137x039040+220x040041+240x  
 041042+450x041043+340x042043+650x042044+400x043044+133x044045+4  
 00x043046+310x046047+337,5x045047+160,22x046048+244,56x045046+157  
 ,14x046047+242,95x047049+158,67x047048+314,58x048050+158,32x048049  
 +240,32x049051+213,2x049050+245,26x050052+125x050051+230,82x05105  
 2+269,95x051053+124,41x052053+242,11x052054+161,38x053054+243,47x0  
 54056+129,74x054055+132,66x055056+189,84x056057+145,98x058059+195,  
 75x059061+132,71x059060+177,48x060062+152,92x060061+142,71x061062  
 +162,44x062063+242,76x062064+179,98x063064+198,13x064065+328,35x06  
 4066+218,87x065066+170,32x066067+359,3x067068+220x069070+162,43x0  
 70071+156,04x071072+128,27x072073+162,89x073074+275,36x074076+212,  
 55x075076

subject to

$$x_{001002} + x_{001003} + x_{002003} \geq 2$$

$$x_{003004} + x_{004005} + x_{005006} \geq 2$$

x005007+x006007>=2  
x008009+x006008+x007008>=2  
x008010+x009010>=2  
x010011+x010012+x011012>=2  
x012013+x013014>=1  
x014015 >=1  
x015016+x016017+x014016>=2  
x016018+x017018>=2  
x018019+x017019>=2  
x019020+x019021>=1  
x020021+ x021022>=1  
x021023+x022023>=2  
x023024>=1  
x023025+x024025>=2  
x024026+x025026>=2  
x025027+x026027>=2  
x026028+x027028>=2  
x028029 + x029030>=1  
x030031+x031032 +x030032>=2  
x032033+x033034>=1  
x034035>=1  
x032036 + x036037>=1  
x036039 + x037039 +x038039>=2  
x037038>=1  
x039040+ x040041>=1  
x041042>=1  
x041043+x042043>=2  
x042044+x043044>=2  
x044045>=1  
x043046 + x045046>=2  
x046047+x045047 + x046047>=2  
x046048+ x047048>=2

$x_{048049} + x_{047049} \geq 2$   
 $x_{048050} + x_{049050} \geq 2$   
 $x_{049051} + x_{050051} \geq 2$   
 $x_{050052} + x_{051052} \geq 2$   
 $x_{051053} + x_{052053} \geq 2$   
 $x_{052054} + x_{053054} \geq 2$   
 $x_{054055} + x_{054056} + x_{055056} \geq 2$   
 $x_{056057} \geq 1$   
 $x_{058059} + x_{059061} + x_{060061} \geq 2$   
 $x_{059060} \geq 1$   
 $x_{060062} + x_{061062} \geq 2$   
 $x_{062063} + x_{062064} + x_{063064} \geq 2$   
 $x_{064065} + x_{064066} + x_{065066} \geq 2$   
 $x_{066067} + x_{067068} \geq 2$   
 $x_{069070} \geq 1$   
 $x_{070071} + x_{071072} \geq 2$   
 $x_{072073} + x_{073074} \geq 2$   
 $x_{074076} + x_{075076} \geq 2$   
end

**Solucion optima**

Objective value:			14353.00
Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	0.000000
50.00000		X001003	0.000000
350.0000		X002003	2.000000
0.000000		X003004	0.000000
301.0000		X004005	0.000000
231.0000		X005006	2.000000
0.000000		X005007	0.000000
127.0000		X006007	2.000000
0.000000		X006008	0.000000
297.0000		X007008	0.000000
217.0000			

0.000000	X008009	2.000000
90.00000	X008010	0.000000
0.000000	X009010	2.000000
0.000000	X010011	0.000000
57.00000	X010012	0.000000
0.000000	X011012	2.000000
0.000000	X012013	1.000000
132.0000	X013014	0.000000
0.000000	X014015	1.000000
70.00000	X014016	0.000000
0.000000	X015016	2.000000
170.0000	X016017	0.000000
70.00000	X016018	0.000000
0.000000	X017018	2.000000
0.000000	X018019	2.000000
140.0000	X017019	0.000000
0.000000	X019020	1.000000
80.00000	X019021	0.000000
0.000000	X020021	1.000000
109.0000	X021022	0.000000
105.0000	X021023	0.000000
0.000000	X022023	2.000000
210.0000	X022024	0.000000
0.000000	X023024	1.000000
65.00000	X023025	0.000000
0.000000	X024025	2.000000
40.00000	X024026	0.000000
0.000000	X025026	2.000000
164.0000	X025027	0.000000
0.000000	X026027	2.000000



290.0000	X026028210X027028	0.000000
66.00000	X028029	0.000000
0.000000	X029030	1.000000
15.00000	X030031	0.000000
0.000000	X031032	2.000000
159.0000	X030032	0.000000
0.000000	X032033	1.000000
28.00000	X033034	0.000000
0.000000	X034035	1.000000
180.0000	X032036	0.000000
0.000000	X036037	1.000000
210.0000	X036039	0.000000
0.000000	X037038	1.000000
100.0000	X037039	0.000000
0.000000	X038039	2.000000
0.000000	X039040	1.000000
83.00000	X040041	0.000000
0.000000	X041042	1.000000
110.0000	X041043	0.000000
0.000000	X042043	2.000000
250.0000	X042044	0.000000
0.000000	X043044	2.000000
0.000000	X044045	1.000000
155.0000	X043046	0.000000
0.000000	X046047	1.000000
103.5000	X045047	0.000000
1.000000	X046048	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
85.00000	X047049	0.000000
0.000000	X047048	2.000000

102.0000	X048050	0.000000
0.000000	X048049	2.000000
115.0000	X049051	0.000000
0.000000	X049050	2.000000
14.000000	X050052	0.000000
0.000000	X050051	2.000000
0.000000	X051052	2.000000
145.0000	X051053	0.000000
0.000000	X052053	2.000000
81.000000	X052054	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
114.0000	X054056	0.000000
0.000000	X054055	2.000000
3.000000	X055056	0.000000
0.000000	X056057	1.000000
0.000000	X058059	2.000000
50.000000	X059061	0.000000
0.000000	X059060	1.000000
34.000000	X060062	0.000000
7.000000	X060061	0.000000
0.000000	X061062	2.000000
0.000000	X062063	2.000000
80.000000	X062064	0.000000
18.000000	X063064	0.000000
0.000000	X064065	2.000000
130.0000	X064066	0.000000
20.000000	X065066	0.000000
0.000000	X066067	2.000000
189.0000	X067068	0.000000
0.000000	X069070	1.000000

162.0000	X070071	0.000000
156.0000	X071072	0.000000
0.000000	X072073	2.000000
35.00000	X073074	0.000000
63.00000	X074076	0.000000
0.000000	X075076	2.000000
0.000000	X026028	0.000000
0.000000	X027028	2.000000
0.000000	X070X071	2.000000
0.000000		



Figura 9: Micro ruta E OP

Min Z=

473x001002+238x002003+395x003004+258x00400+210x005006+451x006007  
+342x007008+200x008009+226x009010+201x010011+202x011012+270x0120  
13+277x013014+265x014015+214x015016+392x016017+245x017018+296x01  
8019+281x019020+232x020021+261x021022+247x022023+280x023024+237x  
024025+286x025026+263x026027+230x027028+311x028029+259x029030+2  
30x030031+257x031032+230x032033+230x033034+224x034035+233x035036  
+210x036037+243x037038+314x038039+266x039040+248x040041+259x0410

42+220x042043+262x043044+256x044045+228x045046+263x046047+175x04  
7048+113x048049+190x049050+273x050051+183x05052+166x052053+166x0  
53054+113x054055+69x055056+113x056057+178x057058+122x058059+140x  
059060+111x060061+165x061062+385x062063+287x063064+179x064065+1  
52x065066+174x066067+154x067068+178x068069+152x069070+191x070071  
+180x071072

Subject to

x001002+x002003>=2

x003004+x004005>=2

x005006+x006007>=2

x007008+x008009>=2

x009010+x010011>=2

x011012+x012013>=2

x013014+x014015>=2

x015016+x016017>=2

x017018+x018019>=2

x019020+x020021>=2

x021022+x022023>=2

x023024+x024025>=2

x025026+ x026027+x027028>=2

x028029+x029030>=2

x030031+x031032>=2

x032033+x033034>=2

x034035+x035036>=2

x036037+x037038>=2

x038039+x039040>=2

x040041+x041042>=2

x042043+x043044>=2

x044045+x045046>=2

x046047+x047048+ x048049>=2

x049050>=1

x050051+x051052>=2

$x_{052053} + x_{053054} \geq 2$   
 $x_{054055} + x_{055056} + x_{056057} \geq 2$   
 $x_{057058} + x_{058059} \geq 2$   
 $x_{059060} + x_{060061} \geq 2$   
 $x_{061062} + x_{062063} \geq 2$   
 $x_{063064} + x_{064065} \geq 2$   
 $x_{065066} + x_{066067} \geq 2$   
 $x_{067068} + x_{068069} \geq 2$   
 $x_{069070} \geq 1$   
 $x_{071072} \geq 1$

end

### Solucion optima

Objective value:			12336.00
Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	0.000000
235.0000		X002003	2.000000
0.000000		X003004	0.000000
395.0000		X00400	0.000000
258.0000		X005006	2.000000
0.000000		X006007	0.000000
241.0000		X007008	0.000000
142.0000		X008009	2.000000
0.000000		X009010	0.000000
25.00000		X010011	2.000000
0.000000		X011012	2.000000
0.000000		X012013	0.000000
68.00000		X013014	0.000000
12.00000		X014015	2.000000
0.000000		X015016	2.000000
0.000000		X016017	0.000000
178.0000		X017018	2.000000
0.000000		X018019	0.000000
51.00000			

49.00000	X019020	0.000000
0.000000	X020021	2.000000
14.00000	X021022	0.000000
0.000000	X022023	2.000000
43.00000	X023024	0.000000
0.000000	X024025	2.000000
56.00000	X025026	0.000000
33.00000	X026027	0.000000
0.000000	X027028	2.000000
52.00000	X028029	0.000000
0.000000	X029030	2.000000
0.000000	X030031	2.000000
27.00000	X031032	0.000000
0.000000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
0.000000	X034035	2.000000
9.000000	X035036	0.000000
0.000000	X036037	2.000000
33.00000	X037038	0.000000
48.00000	X038039	0.000000
0.000000	X039040	2.000000
0.000000	X040041	2.000000
11.00000	X041042	0.000000
0.000000	X042043	2.000000
42.00000	X043044	0.000000
28.00000	X044045	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
150.0000	X046047	0.000000
62.00000	X047048	0.000000
0.000000	X048049	2.000000

0.000000	X049050	1.000000
273.0000	X050051	0.000000
183.0000	X05052	0.000000
0.000000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
44.00000	X054055	0.000000
0.000000	X055056	2.000000
44.00000	X056057	0.000000
56.00000	X057058	0.000000
0.000000	X058059	2.000000
29.00000	X059060	0.000000
0.000000	X060061	2.000000
0.000000	X061062	2.000000
220.0000	X062063	0.000000
108.0000	X063064	0.000000
0.000000	X064065	2.000000
0.000000	X065066	2.000000
22.00000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
24.00000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	1.000000
191.0000	X070071	0.000000
0.000000	X071072	1.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X051052	2.000000



Figura 10: Micro ruta F OP

Min Z=

$301x001002+271x002003+311x003004+234x00400+363x005006+228x006007$   
 $+437x007008+328x008009+417x009010+355x010011+473x011012+371x0120$   
 $13+218x013014+352x014015+216x015016+297x016017+288x017018+265x01$   
 $8019+241x019020+220x020021+280x021022+215x022023+205x023024+287x$   
 $024025+257x025026+250x026027+250x027028+229x028029+279x029030+2$   
 $28x030031+280x031032+236x032033+223x033034+226x034035+225x035036$   
 $+147x036037+139x037038+121x038039+261x039040+220x040041+134x0410$   
 $42+179x042043+137x043044+141x044045+170x045046+226x046047+239x04$   
 $7048+125x048049+111x049050+158x050051+107x05052+357x052053+108x0$   
 $53054+256x054055+309x055056+159x056057+147x057058+255x058059+13$   
 $8x059060+365x060061+239x061062+249x062063+240x063064+367x064065+$   
 $141x065066+248x066067+142x067068+398x068069 +118x069070$

subject to

$$x001002+x002003 \geq 2$$

$$x003004+x004005 \geq 2$$

$$x005006+x006007 \geq 2$$

$$x007008+x008009 \geq 2$$

$$x009010+x010011 \geq 2$$

$$x011012+x012013 \geq 2$$

$$x013014+x014015 \geq 2$$

$$x015016+x016017 \geq 2$$

$$x017018+x018019 \geq 2$$

$$x019020+x020021 \geq 2$$

$$x021022+x022023 \geq 2$$

$$x023024+x024025 \geq 2$$



$x_{025026} + x_{026027} + x_{027028} \geq 2$   
 $x_{028029} + x_{029030} \geq 2$   
 $x_{030031} + x_{031032} \geq 2$   
 $x_{032033} + x_{033034} \geq 2$   
 $x_{034035} + x_{035036} \geq 2$   
 $x_{036037} + x_{037038} \geq 2$   
 $x_{038039} + x_{039040} \geq 2$   
 $x_{040041} + x_{041042} \geq 2$   
 $x_{042043} + x_{043044} \geq 2$   
 $x_{044045} + x_{045046} \geq 2$   
 $x_{046047} + x_{047048} + x_{048049} \geq 2$   
 $x_{049050} \geq 1$   
 $x_{050051} + x_{051052} \geq 2$   
 $x_{052053} + x_{053054} \geq 2$   
 $x_{054055} + x_{055056} + x_{056057} \geq 2$   
 $x_{057058} + x_{058059} \geq 2$   
 $x_{059060} + x_{060061} \geq 2$   
 $x_{061062} + x_{062063} \geq 2$   
 $x_{063064} + x_{064065} \geq 2$   
 $x_{065066} + x_{066067} \geq 2$   
 $x_{067068} + x_{068069} \geq 2$   
 $x_{069070} \geq 1$

end

### Solucion optima

Objective value:			13003.00
Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	0.000000
30.00000		X002003	2.000000
0.000000		X003004	0.000000
311.0000		X00400	0.000000
234.0000		X005006	0.000000
135.0000			

0.000000	X006007	2.000000
109.0000	X007008	0.000000
0.000000	X008009	2.000000
62.00000	X009010	0.000000
0.000000	X010011	2.000000
102.0000	X011012	0.000000
0.000000	X012013	2.000000
0.000000	X013014	2.000000
134.0000	X014015	0.000000
0.000000	X015016	2.000000
81.00000	X016017	0.000000
23.00000	X017018	0.000000
0.000000	X018019	2.000000
21.00000	X019020	0.000000
0.000000	X020021	2.000000
65.00000	X021022	0.000000
0.000000	X022023	2.000000
0.000000	X023024	2.000000
82.00000	X024025	0.000000
7.000000	X025026	0.000000
0.000000	X026027	0.000000
0.000000	X027028	2.000000
0.000000	X028029	2.000000
50.00000	X029030	0.000000
0.000000	X030031	2.000000
52.00000	X031032	0.000000
13.00000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
1.000000	X034035	0.000000
0.000000	X035036	2.000000

8.000000	X036037	0.000000
0.000000	X037038	2.000000
0.000000	X038039	2.000000
140.0000	X039040	0.000000
86.00000	X040041	0.000000
0.000000	X041042	2.000000
42.00000	X042043	0.000000
0.000000	X043044	2.000000
0.000000	X044045	2.000000
29.00000	X045046	0.000000
101.0000	X046047	0.000000
114.0000	X047048	0.000000
0.000000	X048049	2.000000
0.000000	X049050	1.000000
158.0000	X050051	0.000000
107.0000	X05052	0.000000
249.0000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
97.00000	X054055	0.000000
150.0000	X055056	0.000000
0.000000	X056057	2.000000
0.000000	X057058	2.000000
108.0000	X058059	0.000000
0.000000	X059060	2.000000
227.0000	X060061	0.000000
0.000000	X061062	2.000000
10.00000	X062063	0.000000
0.000000	X063064	2.000000
127.0000	X064065	0.000000
0.000000	X065066	2.000000

107.0000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
256.0000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	1.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X051052	2.000000



Figura 11: Micro ruta G OP

MINZ=

473x001002+338x002003+395x003004+258x00400+310x005006+451x006007  
+342x007008+245x008009+130x009010+226x010011+201x011012+302x0120  
13+370x013014+177x014015+367x015016+443x016017+231x017018+261x01  
8019+226x019020+283x020021+365x021022+214x022023+392x023024+145x  
024025+90x025026+281x026027+132x027028+161x028029+247x029030+18  
0x030031+237x031032+386x032033+263x033034+230x034035+311x035036+  
259x036037+410x037038+314x038039+566x039040+248x040041+359x04104  
2+220x042043+462x043044+256x044045+428x045046+363x046047+275x047  
048+113x048049+190x049050+273x050051+183x05052+166x052053+166x05  
3054+113x054055+69x055056+113x056057+178x057058+122x058059+140x0  
59060+111x060061+165x061062+385x062063+287x063064+179x064065+15  
2x065066+274x066067+254x067068+278x068069+252x069070+291x070071+  
280x071072+241x072073+268x073074+386x074075+348x075076+153x07607  
7+370x077078+297x078079+209x079080+299x080081+350x081082

Subject to

x001002+x002003>=2

x003004+x004005>=2  
x005006+x006007>=2  
x007008+x008009>=2  
x009010+x010011>=2  
x011012+x012013>=2  
x013014+x014015>=2  
x015016+x016017>=2  
x017018+x018019>=2  
x019020+x020021>=2  
x021022+x022023>=2  
x023024+x024025>=2  
x025026+ x026027+x027028>=2  
x028029+x029030>=2  
x030031+x031032>=2  
x032033+x033034>=2  
x034035+x035036>=2  
x036037+x037038>=2  
x038039+x039040>=2  
x040041+x041042>=2  
x042043+x043044>=2  
x044045+x045046>=2  
x046047+x047048+ x048049>=2  
x049050>=1  
x050051+x051052>=2  
x052053+x053054>=2  
x054055+x055056+x056057>=2  
x057058+x058059>=2  
x059060+x060061>=2  
x061062+x062063>=2  
x063064+x064065>=2  
x065066+x066067>=2  
x067068+ x068069>=2

$x_{069070} + x_{070071} \geq 2$   
 $x_{071072} \geq 1$   
 $x_{072073} \geq 1$   
 $x_{073074} + x_{074075} \geq 2$   
 $x_{075076} + x_{076077} \geq 2$   
 $x_{077078} + x_{078079} \geq 2$   
 $x_{079080} + x_{080081} + x_{081082} \geq 2$

END

Solucion optima

Objective value:			15001.00
Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	0.000000
135.0000		X002003	2.000000
0.000000		X003004	0.000000
395.0000		X00400	0.000000
258.0000		X005006	2.000000
0.000000		X006007	0.000000
141.0000		X007008	0.000000
97.00000		X008009	2.000000
0.000000		X009010	2.000000
0.000000		X010011	0.000000
96.00000		X011012	2.000000
0.000000		X012013	0.000000
101.0000		X013014	0.000000
193.0000		X014015	2.000000
0.000000		X015016	2.000000
0.000000		X016017	0.000000
76.00000		X017018	2.000000
0.000000		X018019	0.000000
30.00000		X019020	2.000000
0.000000		X020021	0.000000
57.00000			

151.0000	X021022	0.000000
0.000000	X022023	2.000000
247.0000	X023024	0.000000
0.000000	X024025	2.000000
0.000000	X025026	2.000000
191.0000	X026027	0.000000
42.00000	X027028	0.000000
0.000000	X028029	2.000000
86.00000	X029030	0.000000
0.000000	X030031	2.000000
57.00000	X031032	0.000000
123.0000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
0.000000	X034035	2.000000
81.00000	X035036	0.000000
0.000000	X036037	2.000000
151.0000	X037038	0.000000
0.000000	X038039	2.000000
252.0000	X039040	0.000000
0.000000	X040041	2.000000
111.0000	X041042	0.000000
0.000000	X042043	2.000000
242.0000	X043044	0.000000
0.000000	X044045	2.000000
172.0000	X045046	0.000000
250.0000	X046047	0.000000
162.0000	X047048	0.000000
0.000000	X048049	2.000000
0.000000	X049050	1.000000
273.0000	X050051	0.000000

183.0000	X05052	0.000000
0.000000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
44.00000	X054055	0.000000
0.000000	X055056	2.000000
44.00000	X056057	0.000000
56.00000	X057058	0.000000
0.000000	X058059	2.000000
29.00000	X059060	0.000000
0.000000	X060061	2.000000
0.000000	X061062	2.000000
220.0000	X062063	0.000000
108.0000	X063064	0.000000
0.000000	X064065	2.000000
0.000000	X065066	2.000000
122.0000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
24.00000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	2.000000
39.00000	X070071	0.000000
0.000000	X071072	1.000000
0.000000	X072073	1.000000
0.000000	X073074	2.000000
118.0000	X074075	0.000000
195.0000	X075076	0.000000
0.000000	X076077	2.000000
73.00000	X077078	0.000000
0.000000	X078079	2.000000
0.000000	X079080	2.000000
90.00000	X080081	0.000000



141.0000	X081082	0.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X051052	2.000000



Figura 12: Micro ruta H OP

MIN Z=

250x001002+576x002003+448x003004+370x00400+191x005006+287x006007  
+358x007008+281x008009+291x009010+288x010011+144x011012+453x0120  
13+288x013014+129x014015+364x015016+404x016017+130x017018+315x01  
8019+478x019020+231x020021+297x021022+308x022023+157x023024+241x  
024025+363x025026+126x026027+367x027028+465x028029+473x029030+1  
38x030031+395x031032+158x032033+110x033034+451x034035+342x035036  
+245x036037+200x037038+126x038039+201x039040+212x040041+170x0410  
42+177x042043+167x043044+143x044045+131x045046+361x046047+161x04  
7048+226x048049+283x049050+165x050051+114x05052+392x052053+245x0  
53054+209x054055+281x055056+232x056057+261x057058+147x058059+18  
0x059060+237x060061+186x061062+363x062063+230x063064+311x064065+  
259x065066+343x066067+314x067068+548x068069

Subject to

$x_{001002} + x_{002003} \geq 2$

$x_{003004} + x_{004005} \geq 2$

$x_{005006} + x_{006007} \geq 2$

x007008+x008009>=2  
x009010+x010011>=2  
x011012+x012013>=2  
x013014+x014015>=2  
x015016+x016017>=2  
x017018+x018019>=2  
x019020+x020021>=2  
x021022+x022023>=2  
x023024+x024025>=2  
x025026+ x026027+x027028>=2  
x028029+x029030>=2  
x030031+x031032>=2  
x032033+x033034>=2  
x034035+x035036>=2  
x036037+x037038>=2  
x038039+x039040>=2  
x040041+x041042>=2  
x042043+x043044>=2  
x044045+x045046>=2  
x046047+x047048+ x048049>=2  
x049050>=1  
x050051+x051052>=2  
x052053+x053054>=2  
x054055+x055056+x056057>=2  
x057058+x058059>=2  
x059060+x060061>=2  
x061062+x062063>=2  
x063064+x064065>=2  
x065066+x066067>=2  
x067068+ x068069>=2  
END

Solucion optima

Objective value: 13019.00

Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	2.000000
0.000000		X002003	0.000000
326.0000		X003004	0.000000
448.0000		X00400	0.000000
370.0000		X005006	2.000000
0.000000		X006007	0.000000
96.00000		X007008	0.000000
77.00000		X008009	2.000000
0.000000		X009010	0.000000
3.000000		X010011	2.000000
0.000000		X011012	2.000000
0.000000		X012013	0.000000
309.0000		X013014	0.000000
159.0000		X014015	2.000000
0.000000		X015016	2.000000
0.000000		X016017	0.000000
40.00000		X017018	2.000000
0.000000		X018019	0.000000
185.0000		X019020	0.000000
247.0000		X020021	2.000000
0.000000		X021022	2.000000
0.000000		X022023	0.000000
11.00000		X023024	2.000000
0.000000		X024025	0.000000
84.00000		X025026	0.000000
237.0000		X026027	2.000000
0.000000		X027028	0.000000
241.0000		X028029	2.000000
0.000000		X029030	0.000000
8.000000			

0.000000	X030031	2.000000
257.0000	X031032	0.000000
48.00000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
109.0000	X034035	0.000000
0.000000	X035036	2.000000
45.00000	X036037	0.000000
0.000000	X037038	2.000000
0.000000	X038039	2.000000
75.00000	X039040	0.000000
42.00000	X040041	0.000000
0.000000	X041042	2.000000
10.00000	X042043	0.000000
0.000000	X043044	2.000000
12.00000	X044045	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
200.0000	X046047	0.000000
0.000000	X047048	2.000000
65.00000	X048049	0.000000
0.000000	X049050	1.000000
165.0000	X050051	0.000000
114.0000	X05052	0.000000
147.0000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
0.000000	X054055	2.000000
72.00000	X055056	0.000000
23.00000	X056057	0.000000
114.0000	X057058	0.000000
0.000000	X058059	2.000000
0.000000	X059060	2.000000

57.00000	X060061	0.000000
0.000000	X061062	2.000000
177.0000	X062063	0.000000
0.000000	X063064	2.000000
81.00000	X064065	0.000000
0.000000	X065066	2.000000
84.00000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
234.0000	X068069	0.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X051052	2.000000

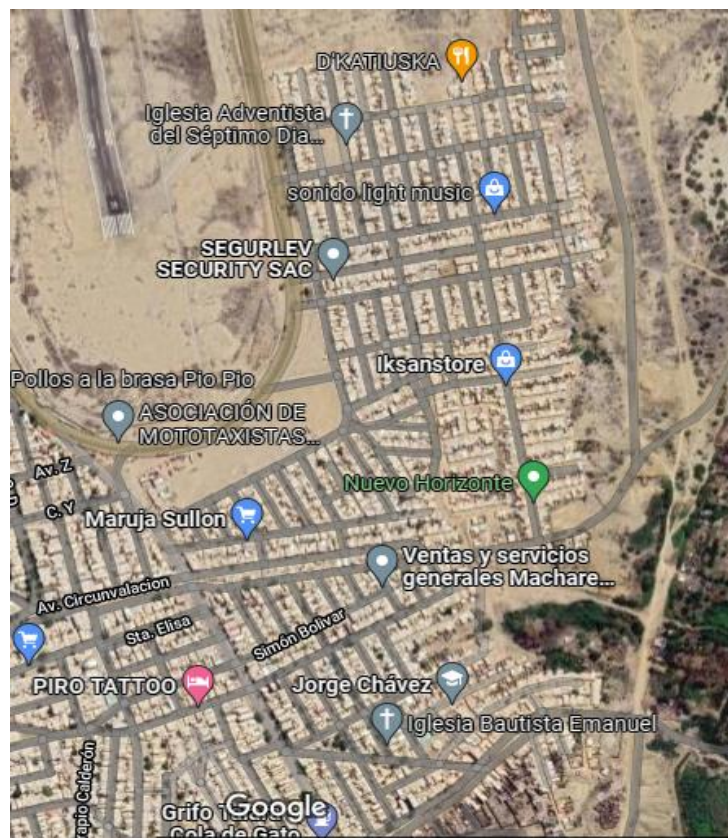


Figura 13: Micro ruta I OP

Min Z=

510x001002+271x002003+311x003004+234x00400+363x005006+228x006007  
+437x007008+328x008009+417x009010+355x010011+373x011012+371x0120  
13+118x013014+352x014015+216x015016+297x016017+288x017018+265x01  
8019+241x019020+220x020021+280x021022+215x022023+205x023024+287x

024025+257x025026+250x026027+250x027028+229x028029+279x029030+2  
28x030031+280x031032+236x032033+223x033034+226x034035+225x035036  
+247x036037+139x037038+271x038039+261x039040+220x040041+334x0410  
42+479x042043+237x043044+341x044045+270x045046+286x046047+239x04  
7048+125x048049+500x049050+278x050051+487x05052+357x052053+208x0  
53054+256x054055+409x055056+259x056057+147x057058+255x058059+33  
8x059060+365x060061+359x061062+249x062063+240x063064+367x064065+  
141x065066+248x066067+342x067068+398x068069 +318x069070

subject to

x001002+x002003>=2

x003004+x004005>=2

x005006+x006007>=2

x007008+x008009>=2

x009010+x010011>=2

x011012+x012013>=2

x013014+x014015>=2

x015016+x016017>=2

x017018+x018019>=2

x019020+x020021>=2

x021022+x022023>=2

x023024+x024025>=2

x025026+ x026027+x027028>=2

x028029+x029030>=2

x030031+x031032>=2

x032033+x033034>=2

x034035+x035036>=2

x036037+x037038>=2

x038039+x039040>=2

x040041+x041042>=2

x042043+x043044>=2

x044045+x045046>=2

x046047+x047048+ x048049>=2

x049050>=1

x050051+x051052>=2

x052053+x053054>=2

x054055+x055056+x056057>=2

x057058+x058059>=2

x059060+x060061>=2

x061062+x062063>=2

x063064+x064065>=2

x065066+x066067>=2

x067068+ x068069>=2

x069070>=1

end

### Solucion optima

Objective value: 15058.00

Variable	Value	Reduced Cost	
		X001002	0.000000
239.0000		X002003	2.000000
0.000000		X003004	0.000000
311.0000		X00400	0.000000
234.0000		X005006	0.000000
135.0000		X006007	2.000000
0.000000		X007008	0.000000
109.0000		X008009	2.000000
0.000000		X009010	0.000000
62.00000		X010011	2.000000
0.000000		X011012	0.000000
2.000000		X012013	2.000000
0.000000		X013014	2.000000
0.000000		X014015	0.000000
234.0000		X015016	2.000000
0.000000		X016017	0.000000
81.00000		X017018	0.000000
23.00000		X018019	2.000000
0.000000		X019020	0.000000
21.00000			

0.000000	X020021	2.000000
65.00000	X021022	0.000000
0.000000	X022023	2.000000
0.000000	X023024	2.000000
82.00000	X024025	0.000000
7.000000	X025026	0.000000
0.000000	X026027	0.000000
0.000000	X027028	2.000000
0.000000	X028029	2.000000
50.00000	X029030	0.000000
0.000000	X030031	2.000000
52.00000	X031032	0.000000
13.00000	X032033	0.000000
0.000000	X033034	2.000000
1.000000	X034035	0.000000
0.000000	X035036	2.000000
108.0000	X036037	0.000000
0.000000	X037038	2.000000
10.00000	X038039	0.000000
0.000000	X039040	2.000000
0.000000	X040041	2.000000
114.0000	X041042	0.000000
242.0000	X042043	0.000000
0.000000	X043044	2.000000
71.00000	X044045	0.000000
0.000000	X045046	2.000000
161.0000	X046047	0.000000
114.0000	X047048	0.000000
0.000000	X048049	2.000000
0.000000	X049050	1.000000



278.0000	X050051	0.000000
487.0000	X05052	0.000000
149.0000	X052053	0.000000
0.000000	X053054	2.000000
0.000000	X054055	2.000000
153.0000	X055056	0.000000
3.000000	X056057	0.000000
0.000000	X057058	2.000000
108.0000	X058059	0.000000
0.000000	X059060	2.000000
27.00000	X060061	0.000000
110.0000	X061062	0.000000
0.000000	X062063	2.000000
0.000000	X063064	2.000000
127.0000	X064065	0.000000
0.000000	X065066	2.000000
107.0000	X066067	0.000000
0.000000	X067068	2.000000
56.00000	X068069	0.000000
0.000000	X069070	1.000000
0.000000	X004005	2.000000
0.000000	X051052	2.000000

**Tabla 8:**

*Distancia y Tiempo Promedio Optimizada*

<b>Micro rutas</b>	<b>Distancia (Km/día)</b>	<b>Tiempo (Hrs)</b>
A	14	4.5
B	12.26	4.5
C	12	4.5
D	14	4.5
E	12.33	4.5
F	13	4.5
G	15	4.5
H	13	4.5
I	15	4.5

Fuente: Elaboración Propia, 2021

En la tabla N.º 8 de manera resumida después de obtener la optimización mediante el agente viajero se muestra en esta tabla la distancia y el tiempo de cada micro ruta.

**Tabla 9:**

*Cargas Promedio Optimizada*

<b>Micro rutas</b>	<b>Carga promedio (Tn)</b>	<b>Carga Máxima</b>
A	5.5	7
B	5.4	7
C	5.4	7
D	5.3	7
E	5.56	7
F	5.62	7
G	5.49	7
H	5.58	7
I	5.53	7

Fuente: Elaboración Propia, 2021

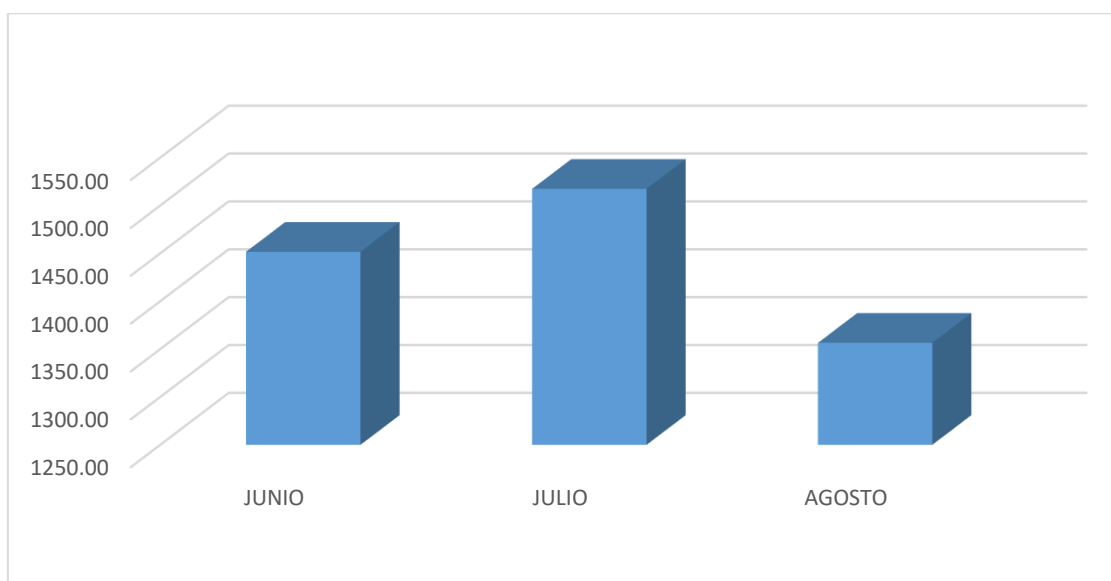
Como se analiza en la tabla N.º 9 se calculó la carga promedio de las rutas optimizadas de aproximadamente tres meses que se evaluó la ruta. Analizando que si hubo un aumento en el volumen de los residuos sólidos con la optimización de las rutas.

**Tabla 10:**

*Toneladas por Mes OP*

<b>MES</b>	<b>Toneladas Residuos Sólidos</b>
<b>JUNIO</b>	1451.67
<b>JULIO</b>	1517.40
<b>AGOSTO</b>	1356.55
<b>TOTAL</b>	4325.62

Fuente: Elaboración Propia, 2021



**Gráfico 2:** *Toneladas por Mes OP*

En esta tabla N.º 10 y gráfico N.º 02 se observó el análisis que hubo en los meses de junio hasta agosto, donde en el mes de julio se llegó a recolectar la mayor cantidad de residuos, que el resto de los meses, ya que hubo problemas con el mantenimiento de los compactadores.

**Tabla 11:**

*Porcentaje de reducción de las distancias*

<b>Micro rutas</b>	<b>Reducción %</b>
A	48.15%
B	52.86%
C	55.46%
D	50%
E	51%
F	50.6%
G	43.16%
H	53%
I	44.6%

Fuente: Elaboración Propia, 2021

En concreto en la tabla N.º 11 se contempla la reducción en las rutas que hubo posteriormente de la manipulación de la variable independiente.

**Tabla 12:**

*Porcentaje de Aumento de R.S*

<b>Micro rutas</b>	<b>Aumento %</b>
A	65.4%
B	46.20%
C	51.39%
D	62.3%
E	55%
F	71.45%
G	30.6%
H	64.8%
I	60.73%

Fuente: Elaboración Propia, 2021

En la tabla N.º 12 se observa el aumento de volumen de residuos sólidos inmediatamente de la manipulación de la variable independiente.

**Tabla 13:**

*Comparación de eficiencia*

	Micro Ruta	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>EFICIENCIA</b>	Pre - evaluación antes de aplicar la Optimizació n	12 %	14%	14 %	13 %	14 %	12 %	16 %	12 %	13 %
	Post - evaluación después de aplicar la Optimizació n	39 %	44%	46 %	41 %	45 %	43 %	37 %	43 %	37 %

Fuente: Elaboración Propia, 2021

Como se puede observar en la tabla N. °13 existió una diferencia de un antes y un después de la eficiencia después de la aplicación de la optimización en las micro rutas, teniendo como resultado un aumento de eficiencia en cada micro ruta.

**Tabla 14:**

*Eficiencia Total*

<b>EFICIENCIA</b>	Pre - evaluación antes de aplicar la Optimizació n	14%
	Post - evaluación después de aplicar la Optimizació n	41%

Fuente: Elaboración Propia, 2021

En la Tabla N. °14 se puede observar la eficiencia total del pre – evaluación y el post – evaluación donde indica que aplicar la optimización de rutas en la recolección de desechos, si mejoro la eficiencia en el sistema de recojo de residuos sólidos.

## Análisis de inferencial

Se plantea la siguiente hipótesis general:

Hi: Una optimización de rutas permite un incremento en la eficiencia en el sistema de recojo de residuos sólidos en la Región Piura-2021.

*Tabla 15:*

### *Resumen de procesamiento de casos*

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia antes	79	100,0%	0	0,0%	79	100,0%
Eficiencia después	79	100,0%	0	0,0%	79	100,0%

Fuente: IBM SPSS Statistic 22

Para la hipótesis general de la investigación, se comprueba si los datos de la eficiencia antes y después, son o no paramétricos, se observa que la cantidad de los datos es mayor a 50, por eso se utilizó la estadística de Kolmogorov–Smirnov.

Las hipótesis para la prueba de normalidad son:

$H_0$ = Una optimización de rutas no genero un incremento en la eficiencia en el sistema de recolección convencional de residuos sólidos, Piura-2021.

$H_1$ = Una optimización de rutas genero un incremento en la eficiencia en el sistema de recolección convencional de residuos sólidos, Piura-2021.

*Tabla 16:*

### *Prueba de Normalidad*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	,108	79	,023	,957	79	,010

Eficiencia después	,068	79	,200*	,986	79	,543
--------------------	------	----	-------	------	----	------

Fuente: IBM SPSS Statistic 22

Se utilizo el estadígrafo de Wilcoxon para efectuar la prueba de la hipótesis planteada en este estudio, ya que es un comportamiento no paramétrico porque se evaluó un antes y después de la misma variable.

Para saber si se rechaza o se acepta la hipótesis nula se debe tener en cuenta lo siguiente:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.

Aplicando el software SPSS se adquiere el siguiente resultado:

Antes de comprobar cual hipótesis se rechaza se hará una comparación la eficiencia antes de aplicar la optimización. También indicara la media, desviación estándar y la varianza.

**Tabla 17:**

*Tabla de comparación*

		Estadísticos		
		Eficiencia antes	Eficiencia después	diferencia
N	Válido	79	79	79
	Perdidos	0	0	0
Media		13,0961	43,7511	30,6549
Desv. estándar		3,37492	4,87604	6,49275
Varianza		11,390	23,776	42,156

Fuente: IBM SPSS Statistic 22

En esta tabla N. ° 17 muestra que hubo un aumento de 30,65 después de aplicar la optimización en el servicio de recolección de residuos sólidos. Indicando que la media antes de la aplicación fue de 13,09, después de la aplicación se tuvo un 43,75 teniendo como diferencia 30,65. Por lo que no se está cumpliendo  $H_0: \mu_{Pi} \geq \mu_{Pd}$ , demostrando que la optimización de rutas en el servicio de recojo de residuos sólidos si incremento la eficiencia.

Posteriormente se observan los resultados de la aplicación con el estadígrafo Wilcoxon:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 18:**

*Análisis de prueba con el Wilcoxon*

**Estadísticos de prueba**

	Eficiencia antes - Eficiencia después
Z	-7,722 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	<,001

Fuente: IBM SPSS Statistic 22

Como se muestra en la Tabla N. ° 18, que la significancia con el estadígrafo wilcoxon de la eficiencia antes y después, es de 0.001, el cual es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la  $H_1$  = Una optimización de rutas genero un incremento en la eficiencia en el sistema de recolección convencional de residuos sólidos, Piura-2021.

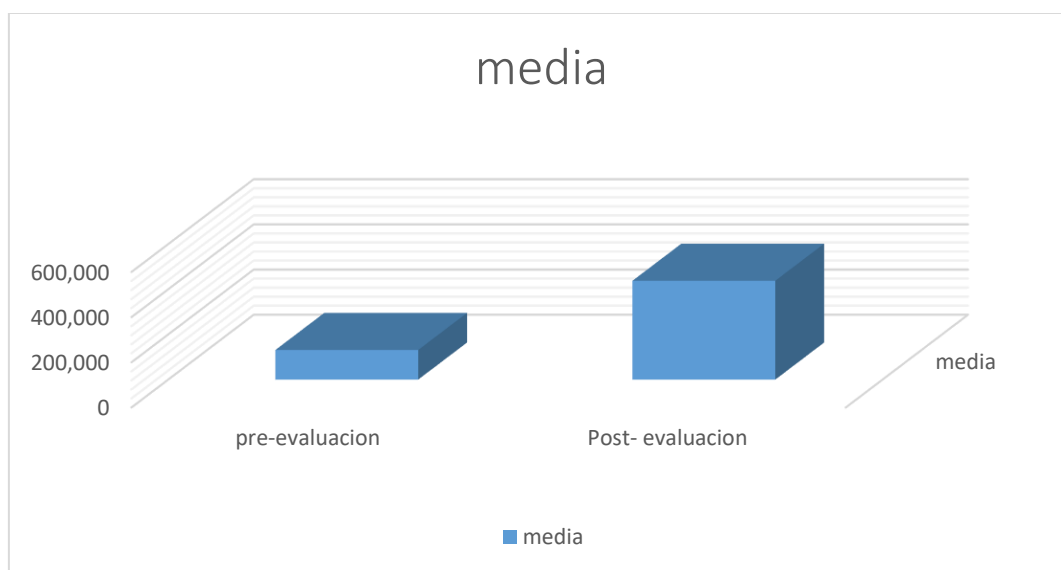


## V. DISCUSION

En esta indagación se tuvo como objetivo principal: Proponer una optimización de rutas en el sistema de recojo convencional de residuos sólidos para incrementar la eficiencia, Piura - 2021. Esta investigación se dirigió primordialmente en incrementar la eficiencia del servicio de recojo de residuos sólidos, antes de manipular la variable independiente, inicialmente se analizó la problemática para poder analizar exhaustivamente cuales fueron las causas más importantes. Los hallazgos que se tuvo fue que en la Ciudad donde se realiza esta investigación tuvo una problemática que los desechos generados por la población esta regada por las calles, ocasionando olores nefastos, el tiempo que se demoró en completar las rutas, los compactadores recorrían por las calles varias veces, y no recolectaba el suficiente volumen de residuos sólidos para llegar a obtener las calles o vías limpias. Cabe recalcar que el lugar donde se investigó las rutas que establecieron en la Municipalidad son micro rutas, en cambio con la similitud de la problemática internacional y nacional son macro rutas.

Esta problemática similar también existió en las siguientes exploraciones comenzando con los antecedentes internacionales se localizó en la Ciudad de Latacunga – Ecuador investigado por Alajo Tumbaco , y otros (2019), asimismo en la ciudad de Cuenca – Ecuador investigado por Minga Quezada, y otros (2019), además pasa lo mismo en la Ciudad de Riobamba – Ecuador que fue investigado por Mendoza Guamán , y otros (2018). Incluso existió un parecido en los antecedentes nacionales con uno de los cuales fue de Ruiz Liza y Vidal Urdiales (2016), quienes también diagnosticaron la misma situación en el Distrito de Reque, igualmente paso con la exploración de Diaz Coba & Salazar Sánchez (2019) que se desarrolló en Chepén, asimismo sucedió con la indagación de Alvarado Prado, y otros, (2020) que se desarrolló en el distrito caleta de Carquin – Huacho, la misma problemática se encontró con el estudio de Vives Carrasco, y otros, (2018), también pasó con el estudio de Rivera Rodríguez (2019) se desarrolló en el Distrito de Jauja-Huancayo.

Dicho lo anterior, se consiguió que después de la aplicación de la variable independiente hacia la variable dependiente hubo un aumento en la eficiencia en cada micro ruta se tuvo como resultado 41%. Con respecto a cuantificar la hipótesis general, se llegó a obtener una media preevaluación de 13,0961 y una media post-evaluación de 43,7511; por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y aceptando la hipótesis general, dicho de otra manera, una optimización de rutas permite un incremento en la eficiencia en el sistema de recojo de residuos sólidos en la Región Piura-2021.



*Gráfico 3: Media*

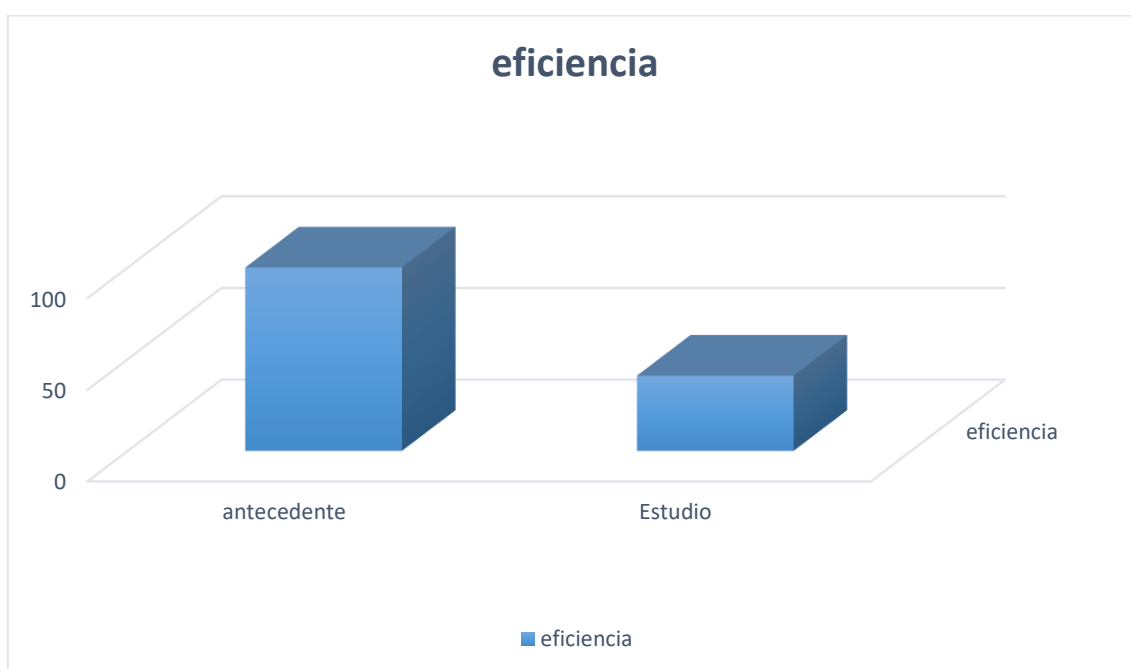
Estos resultados estuvieron acordes con Ruiz Liza y Vidal Urdiales (2016), en su investigación determinaron que antes de aplicar la optimización de rutas tuvieron una eficiencia del 50% y en la post evaluación, es decir, la aplicación de la optimización en las rutas aumentó la eficiencia en el servicio de recojo de desechos a un 100%, teniendo en cuenta que se calculó una eficiencia general de las tres macro rutas evaluadas en el estudio. De igual modo Diaz Coba & Salazar Sánchez (2019), en la primera etapa de su estudio comprobaron que antes de manipular la variable independiente la Municipalidad de Chepén tuvieron costos de S/ 18104.5 y luego de la aplicación de la optimización de rutas se tuvo una disminución de 9%, esto es S/ 16549.5.

El primer objetivo específico que se planteó en esta investigación fue una exhaustiva recopilación de datos para conocer el proceso del servicio convencional de recojo de residuos sólidos, Piura - 2021. Este paso es muy importante ya que se llegó a recopilar toda la información necesaria para analizar profundamente las causas que hicieron que el servicio de recolección convencional de residuos sólidos no está siendo eficiente en la Ciudad.

Ahora veamos el segundo objetivo fue construir el modelo de optimización del recojo de desechos, Piura - 2021. Del primer resultado se obtuvo en la investigación, vinculado con la optimización de rutas, aplicación del método de agente viajero y modelos matemáticos, ubicando en el mapa los diferentes nodos que se utilizaron para disminuir las distancias. En ciertas investigaciones utilizaron el mismo tipo de método para poder optimizar las rutas del problema a resolver, lo aplicaron los siguientes autores Ruiz Liza & Vidal Urdiales (2016), Rivera Rodríguez (2019), Vives Carrasco y otros (2018), Diaz Coba & Salazar Sánchez (2019). Teniendo en cuenta que algunas de las investigaciones con el mismo método del agente viajero, tenían un método de contenedores que da más facilidad a la realización de servicio de recojo de residuos sólidos, en cambio en esta investigación su modo de recojo es por método de acera, que da más trabajo a la recolección de desechos. A comparación del resto de estudios uno de ellos fue el de estos autores Alvarado Prado y otros (2020) y Alajo Tumbaco & Quinatoa Vinocunga (2019) usaron modelos Metaheurísticos que se refieren a métodos de sistemas de información geográfica SIG, simulaciones de redes utilizando software; y en la investigación de Dowski Chiriboga y otros (2017) que se utilizó en una recicladora que fueron los libros de Lean Six Sigma. Cabe recalcar que el fin de optimizar las rutas de transporte puede ser tanto para la reducción de costos y del tiempo del recorrido. La diferencia de estos dos métodos de realizar la optimización de transporte que la manera más exacta y rápida es mediante métodos metaheurísticos ya que son patrones de diseño computacionales utilizando tanto software y sistema de información geográficas. En esta investigación se optó por disminuir el tiempo del recorrido de las micro rutas, teniendo como debilidad que el modo que se utilizaba fue el método de acera, lo que significa que la población bota sus desechos frente a su casa para que los ayudantes lo recojan lo que hace que el servicio sea más lento, en

cambio al resto de investigaciones la mayoría fue por macro rutas lo que significa que tenían contenedores en cada nodo establecido en las rutas que propusieron los investigadores.

Para concluir el ultimo objetivo específico fue determinar la eficiencia del sistema de recolección de residuos, Piura - 2021. Se determinó que se aumentó la eficiencia específica de cada de las nuevas micro rutas teniendo un porcentaje de 39%,44%,46%,41%,45%,43,37%,43% y 37%, por lo consecuente se tiene una eficiencia total de 41% después de la aplicación del modelo de optimización, similar a la optimización de Ruiz Liza y Vidal Urdiales (2016) que llego a tener una óptimo de un 100% pero a comparación de esta investigación las rutas son macro rutas que quiere decir que las zonas son más grandes y con método de contenedores. A pesar de que el porcentaje de eficiencia a comparación de la investigación de Ruiz Liza y Vidal Urdiales (2016) sea bajo, tuvo un incremento significativo en las micro rutas después de aplicar la optimización en las rutas.



*Gráfico 4: comparación de eficiencia con antecedente nacional*

Como se pudo ver en el grafico N. ° 4 se llegó a observar la gran diferencia que existe de una optimización de macro rutas con una de micro rutas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se llevo a analizar la eficiencia antes de haber aplicado el modelo de optimización se obtuvo un 14% , mediante el volumen de carga de residuos sólidos y las distancias de las micro rutas, esta evaluación se hizo durante tres meses mediante el análisis documentario y las guías de observación, se optimizo todas las rutas teniendo como carga promedio desde la zona A hasta la I continuamente 3.34tn/día, 3.70tn/día, 4.7tn/día, 3.51tn/día, 3.62tn/día, 3.28tn/día, 4.20tn/día, 3.38tn/día, y 3.44 tn/día; y la distancia promedio 27Km/día, 26Km/día, 27Km/día, 27Km/día, 25Km/día, 26.5Km/día, 26.39Km/día, 27.45Km/día y 27.12Km/día.
2. Como segundo paso que se obtuvo en esta investigación fue después de aplicar el modelo de optimización se volvió a analizar la situación del servicio convencional de recolección de residuos sólidos se obtuvo una eficiencia total de 41%, de las cuales ocho micro rutas son por método de acera y uno es por medio de contenedor. La carga promedio desde la zona A hasta la I continuamente 5.5tn/día, 5.4tn/día, 5.4tn/día, 5.3tn/día, 5.56tn/día, 5.62tn/día, 5.49tn/día; 5.58tn/día y 5.53tn/día; y la distancia promedio 14Km/día, 12.26Km/día, 12Km/día, 14Km/día, 12.33Km/día, 13Km/día, 15Km/día, 13Km/día y 15Km/día.
3. Se puede decir que la aplicación del modelo de optimización de rutas si llevo a aumentar la eficiencia a un 41% y la eficiencia en específico en las micro rutas fue de 39%,44%,46%,41%,45%,43,37%,43% y 37% sucesivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Capacitación constante a todo el personal del sistema convencional de recolección de residuos sólidos.
2. A la Municipalidad que se investigado que lleguen a poner contenedores a las zonas para mejorar el sistema de recojo de residuos y tener un seguimiento constante por software SIG para que los compactadores estén más en control y cumplan la ruta optimizada, para así seguir incrementado la eficiencia poco a poco.
3. Se recomienda realizar un seguimiento mensual para analizar si las nuevas rutas siguen siendo eficientes y así aumentan en la recojo de desechos.

## REFERENCIAS

**Alajo Tumbaco , Segundo Raul y Quinatoa Vinocunga, Luis Omar. 2019.** *MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE DE RECOLECCIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.* Latacunga- Ecuador : s.n., 2019.

**Alsina, Daniel, y otros. 2015.** *Química. Conceptos fundamentales.* Argentina : Universidad Nacional del Litoral, 2015. 978-987-657-947-6.

**Alvarado Prado, Luis Fernando y Cabrera Tocas, Jhoshi Brayer. 2020.** *Optimización de Rutas para la Recolección de Residuos Sólidos Municipales Utilizando Herramienta Sig en el Distrito Caleta de Carquin.* Huacho : s.n., 2020.

**Alvarez Villamarin, Jose Carlos y Gonzales Martinez , Jose Manuel . 2016.** *Evaluación de la eficiencia del servicio de recogida de basuras en los municipios gallegos.* España : Universidad de Vigo, 2016.

**Alzate Montoya, Paola M. 2018.** *Investigación de Operaciones .* Bogota : Ediciones, 1a. edición, 2018.

**Arevalo Vilchez, Fortunato. 2017.** *Mantenimiento y su Influencia en la productividad del área de fabricación de municiones de una empresa militar.* Callao : s.n., 2017.

**Bernal Torres, Cesar Augusto. 2010.** *Metodología de la investigación .* Colombia : Pearsib Educacion , 2010. 978-958-699-128-5.

**Cerron Palomino, Marco. 2015.** *Diseño de Rutas Óptimas de recolección de residuos sólidos domésticos mediante el software Mars.* brasil : s.n., 2015.

**Cola, Cristian. 2019.** *El tiempo de viaje como variable crítica para la planificación del transporte público masivo y el desarrollo urbano .* Argentina : s.n., 2019.

**Diaz Coba, Kevin Arnold y Salazar Sanchez, Bryan Enrique. 2019.** *OPTIMIZACIÓN DE LA RUTA DE RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE TRANSPORTE EN LA MUNICIPALIDAD DE CHEPÉN, 2019.* Chepen : s.n., 2019.

**Domski Chiriboga, Paula Gabriela y Schreyer Yzaga, Maria Luisa. 2017.** *Optimización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Centro de Reciclaje Fabricio Valverde - Isla Santa Cruz, Galapagos.* Quito : s.n., 2017.

**Ecologistas. 2018.** La problemática de la basura en nuestras calles. *Ecologistas en accion.* [En línea] 03 de marzo de 2018. <https://www.ecologistasenaccion.org/36068/la-problematika-de-la-basura-en-nuestras-calles/>.

**Fernandez, Fernando. 2019.** Correo. [En línea] 13 de Marzo de 2019. <https://diariocorreo.pe/edicion/piura/alerta-bacteriologica-por-acumulacion-de-basura-en-los-districtos-de-piura-875578/?ref=dcr>.

**Garzon Espinosa , Cristian Patricio y Llumiquinga Pachacama, Diego Armando. 2019.** *MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE DE RECOLECCIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE SALCEDO.* Latacunga-Ecuador : s.n., 2019.

**Guillen Valle, Oscar y Valderrama Mendoza, Santiago. 2014.** *Guia para Elaborar la Tesis Universitaria.* Peru : s.n., 2014.

**Gutierrez Junquera, Pablo. 2007.** *Curso de Hacienda Publica.* Salamanca : Universidad de Salamanca, 2006, 2007. 9788478004188.

**Hernandez Sampieri, Roberto. 2014.** *Metodología de la investigación. Sexta Edición.* Mexico : Mc Graw Hill/ Interamericana Editores, S.A de C.V, 2014. 978-1-4562-2396-0.

**Lozano Rojo, Juan Ramon. 2016.** *Cómo y Dónde Optimizar los Costes Logísticos.* Madrid : Fundacion Confemetal, 2016. 84-95428-74-1.

**Martinez Salazar, Iris Abril, y otros. 2014.** *Investigacion de Operaciones.* Mexico : Grupo Editorial Patria S.A DE C.V, 2014. 978-607-438-923-4.

**Mendoza Guamán , Edgar Fabian y Cullay Ashqui, Sergio Javier. 2018.** *OPTIMIZACION DE LAS OPERACIONES LOGISTICAS, EN LAS RUTAS URBANAS DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SOLIDOS EN LA EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL GIDSA AMBATO.* RIOBAMBA-ECUADOR : s.n., 2018.



**MINAM. 2018.** Ministerio del Ambiente. [En línea] 31 de Mayo de 2018. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-declara-en-emergencia-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-solidos-en-el-districto-de-jose-leonardo-ortiz-en-chiclayo/>.

**MINAN. 2020.** D.L N<sup>a</sup> 1278 - Ley de Gestion Integral de Residuos Solidos. *El Peruano*. [En línea] 21 de Julio de 2020. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4/>.

—. **2005.** La ley N<sup>o</sup>28611- Ley General del Ambiente. *Congreso de la Republica*. [En línea] 15 de octubre de 2005. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>.

**Minga Quezada, Marcos Israel y Zhiminaycela Leon, Yudiman Fernando. 2019.** *OPTIMIZACION DE LAS RUTAS DE RECOLECCION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DEL CENTRO CANTONAL SIG SIG*. Ecuador : s.n., 2019.

**Muro Chafloque, Claudia y Sanchez Villalobos, Maribel Del Rio. 2019.** *Modelo de optimizacion de recojo de residuos solidos municipales en el distritos de Jayanca para mejorar la eficiencia del servicio-2018*. Pimentel : s.n., 2019.

**Peralta Marquez, Norma Elvira. 2019.** *Razonamiento Logico Matematico para la toma de decisiones* . Mexico : Universidad Autonoma de Mexico , 2019.

*Perspectivas Historicas de la Investigacion Operacional*. **Correa Bernardo, Cristiane Hengler, y otros. 2018.** 354-374, Brasil : s.n., 2018, Vol. 32. 1980-4415.

**RAE. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.** [En línea] <https://dle.rae.es/tiempo>.

**Raffino , Maria Estela. 2020.** *CONCEPTO DE TIEMPO EN FISICA. CONCEPTO DE*. . [En línea] 13 de Julio de 2020. <https://concepto.de/tiempo-en-fisica/>.

**Reveles, Cesar. 2018.** *Animal Social* . [En línea] 20 de Agosto de 2018. <https://www.animalpolitico.com/2018/08/cdmx-colapso-generacion-excesiva-basura/>.

**Rincon Munar, Jhoan Nicolas. 2019.** *Productividad en el Transporte de carga por carretera en Colombia.* Bogota, Colombia : Universidad Externado de Colombia, 2019.

**Rivera Rodriguez, Frank Antony. 2019.** *PROPUESTA DE RUTAS OPTIMIZADAS PARA EL RECOJO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE JAUJA EN EL AÑO 2018.* Huancayo : s.n., 2019.

**Robusté Antón, Francese. 2005.** *Logística del Transporte.* Barcelona : Edicions UPC, 2005. 84-8301-773-3.

**Román, Pilar. 2016.** Degradación de los suelos amenaza nutrición en América Latina. *Periodismo y comunicacion para el cambio global.* [En línea] 16 de Junio de 2016. <https://ipsnoticias.net/2016/06/degradacion-de-los-suelos-amenaza-nutricion-en-america-latina/>.

**Ruiz Liza, Issac Junior y Vidal Urdiales, Walter Mario. 2016.** *Modelo de Optimizacion Del Sistema de Recojo de Residuos Sólidos en el Distrito de Reque para Mejorar la Eficiencia de Operaciones .* Chiclayo : s.n., 2016.

**Sáez Lopez , José Manuel. 2017.** *Investigacion educativa. Fundamentos teóricos, procesos y elementos prácticos. .* Madrid : Marco,2017, 2017.

**Sanchez Almeida, Edwin Leonardo. 2017.** *Estudio de Rutas y Frecuencias para un Sistema Optimo de Transporte Publico Urbano en la Ciudad de Ambato.* Ambato : s.n., 2017.

**Serrano, Jesus. 2020.** *Metodologia de la Investigacion .* Mexico : Universidad Juarez Autonoma de Tabasco, 2020.

**Taha, Hamdy A. 2014.** *Investigacion de Operaciones.* Mexico : s.n., 2014.

**Tirado Melendez, Sarita Margareth. 2016.** *Impacto económico de la mejora de las rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba, en el rubro de costos de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Cajabamba.* Cajabamba : s.n., 2016.

**Valencia Nuñez, Edison Roberto. 2018.** *Programacion Lineal, Problemas Resultados con Soluciones Detalladas.* Ecuador : MEGAGRAF-ambato, 2018.

**Vives Carrasco, Mary Paola y Galvez Calderon , Guisela. 2018.** *EVALUAR LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE RECOLECCION CONVENCIONAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE BAGUA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS - 2017.* Bagua : s.n., 2018.

**Wilson , Jerry D. y Buffa, Anthony J. 2003.** *Fisica .* Mexico : Pearson Educacion, 2003. 970-26-0425-7.

**Xavier Elias. 2019.** *Reciclaje de Residuos Industriales.* España : Diaz de Santos, 2019. 978-84-7978-835-3.

# **ANEXOS**

**Tabla 19:**

*Matriz de Consistencia*

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>GENERALES</b>		
¿Una optimización de rutas hacia el servicio de recolección de residuos sólidos incrementa la eficiencia, Piura - 2021?	Proponer una optimización de rutas en el sistema de recojo convencional de residuos sólidos para incrementar la eficiencia, Piura - 2021.	Una optimización de rutas permite un incremento en la eficiencia en el sistema de recolección convencional de residuos sólidos, Piura-2021.
<b>ESPECIFICOS</b>		
¿De qué manera la recopilación de datos mejorara el servicio de residuos, Piura - 2021?	Recopilar datos para conocer el proceso del servicio convencional de recojo de residuos sólidos, Piura - 2021.	La recopilación de datos permite conocer el servicio de recolección de residuos sólidos, Piura-2021.
¿De qué manera el modelo de optimización mejorara el servicio de residuos, Piura - 2021?	Construir el modelo de optimización del recojo de desechos, Piura - 2021.	El nuevo modelo de optimización corrige el sistema de recojo de desechos, Piura-2021.
¿De qué manera incrementa la eficiencia después de mejorar el servicio de residuos, Piura - 2021?	Determinar la eficiencia del sistema de recolección de residuos, Piura - 2021.	El incremento de la eficiencia permite una mejora en el servicio convencional de recolección de residuos sólidos, Piura-2021.

**FUENTE:** Elaboración Propia, 2021

**Tabla 20:**

*Matriz de Operacionalización de la variable Independiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
VI: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS	<p>La optimización de rutas se basa en establecer cuál va a ser la medida por optimizar, si el tiempo del transporte o el costo de este. Estableciendo un parámetro designado, conociendo los trayectos de ruta (con su costo y tiempo). La optimización se trata de hacer la máxima cantidad de servicios en el mínimo tiempo. Las rutas que establecen la distancia transcurrida no son muy importantes. (Lozano Rojo, 2016)</p>	<p>Una vez ya obtenido toda la información, se comenzará a utilizar la herramienta del agente viajero para minimizar el tiempo de recorrido de la ruta</p>	Tiempo	$T = distancia/velocidad$	Razón

**FUENTE:** Elaboración Propia, 2021

**Tabla 21:**

*Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
VD: EFICIENCIA	La eficiencia de un proceso productivo, se puede medir la relación entre la cantidad del producto obtenida y los recursos utilizados. En el marco del TAC generalmente es medida con base en el grado de utilización de los vehículos. Los indicadores típicos son la cantidad de kilómetros que los vehículos y volumen de carga (Rincon Munar, 2019 pág. 27).	Se evaluó las distancias y volumen de residuos que se genera en cada ruta.	Volumen de residuos  Distancia total por ruta	$= \frac{\text{Volumen de residuos por ruta}}{\text{distancia total por ruta}}$	Razón

**FUENTE:** Elaboración Propia, 2021

**Tabla 22:**

*Formato de Tiempo de Ruta*

FORMATO DE TIEMPO DE RUTA SEMANAL							
NODO	DIA:	DIA:	DIA:	DIA:	DIA:	DIA:	DIA:
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

**Fuente:** Tesis de (Diaz Coba, y otros, 2019), la autora ha modificado el formato.









*Figura 14: Evidencia de los Residuos Sólidos en la Urb. Los Vencedores 1*

*La figura N. ° 14 es una evidencia de la ineficiencia existente que tenía el servicio de recolección de residuos - Información recaudada de la Municipalidad.*



*Figura 15: Evidencia de Residuos Sólidos Urb. Los Vencedores*

*La figura N. ° 16 es una evidencia de la ineficiencia existente que tenía el servicio de recolección de residuos - Información recaudada de la Municipalidad.*



*Figura 16:Evidencia de los Residuos Sólidos atrás del Barrio Particular*

*La figura N. ° 16 es una evidencia de la ineficiencia existente que tenia el servicio de recolección de residuos – Información recaudada de la Municipalidad.*



*Figura 17:Evidencia de los Residuos Sólidos al costado de Coliseo.*

*La figura N. ° 17 es una evidencia de la ineficiencia existente que tenia el servicio de recolección de residuos - Información recaudada de la Municipalidad.*



*Figura 18: Evidencia de Residuos Sólidos en la Urb. Sudamérica*

*La figura N. ° 18 es una evidencia de la ineficiencia existente que tenía el servicio de recolección de residuos - Información recaudada de la Municipalidad.*



*Figura 19: Evidencia de Residuos Sólidos en Urb. Faustino Piaggio*

*La figura N. ° 19 es una evidencia de la ineficiencia existente que tenía el servicio de recolección de residuos - Información recaudada de la Municipalidad.*

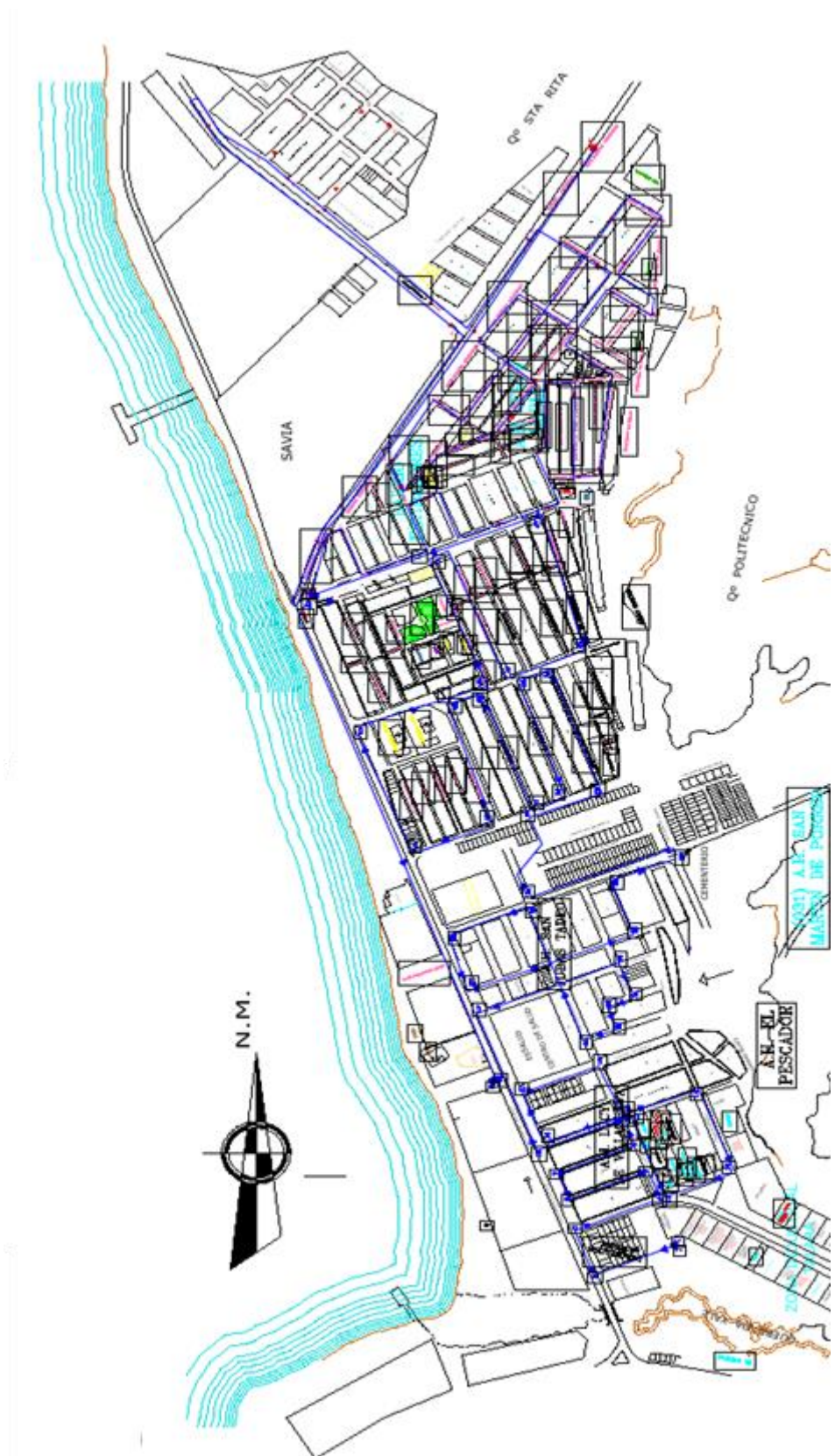


Figura 20:Micro Ruta A

Esta figura N. ° 20 es la primer ruta del servicio de recoleccion de residuos; y se cambio el nombre por temas eticos, se le nombro Micro ruta A - Informacion recaudada de la Municipalidad.

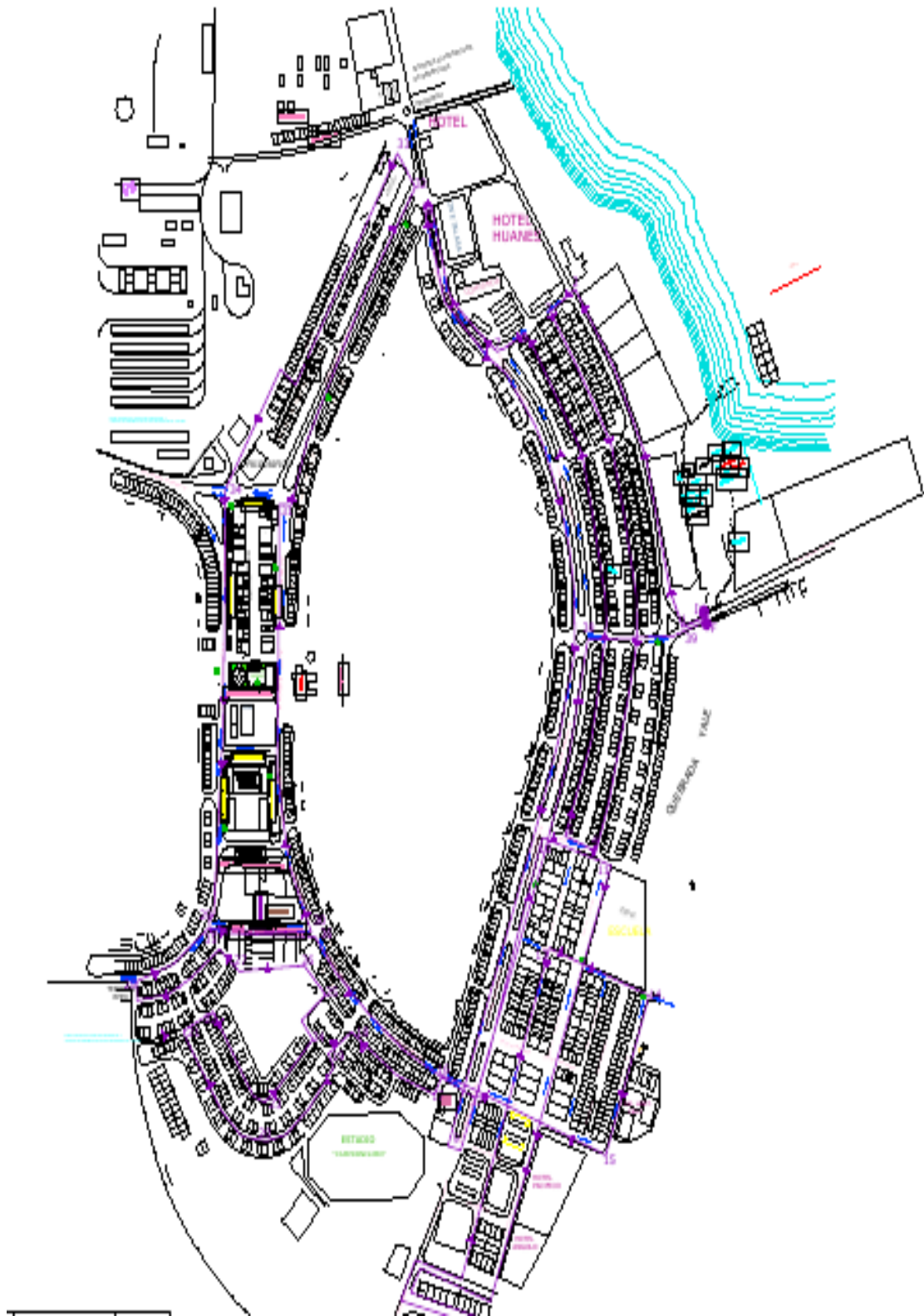


Figura 21:Micro ruta B

Esta figura N. ° 21 es la 2º ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombro Micro ruta B - Información recaudada de la Municipalidad.

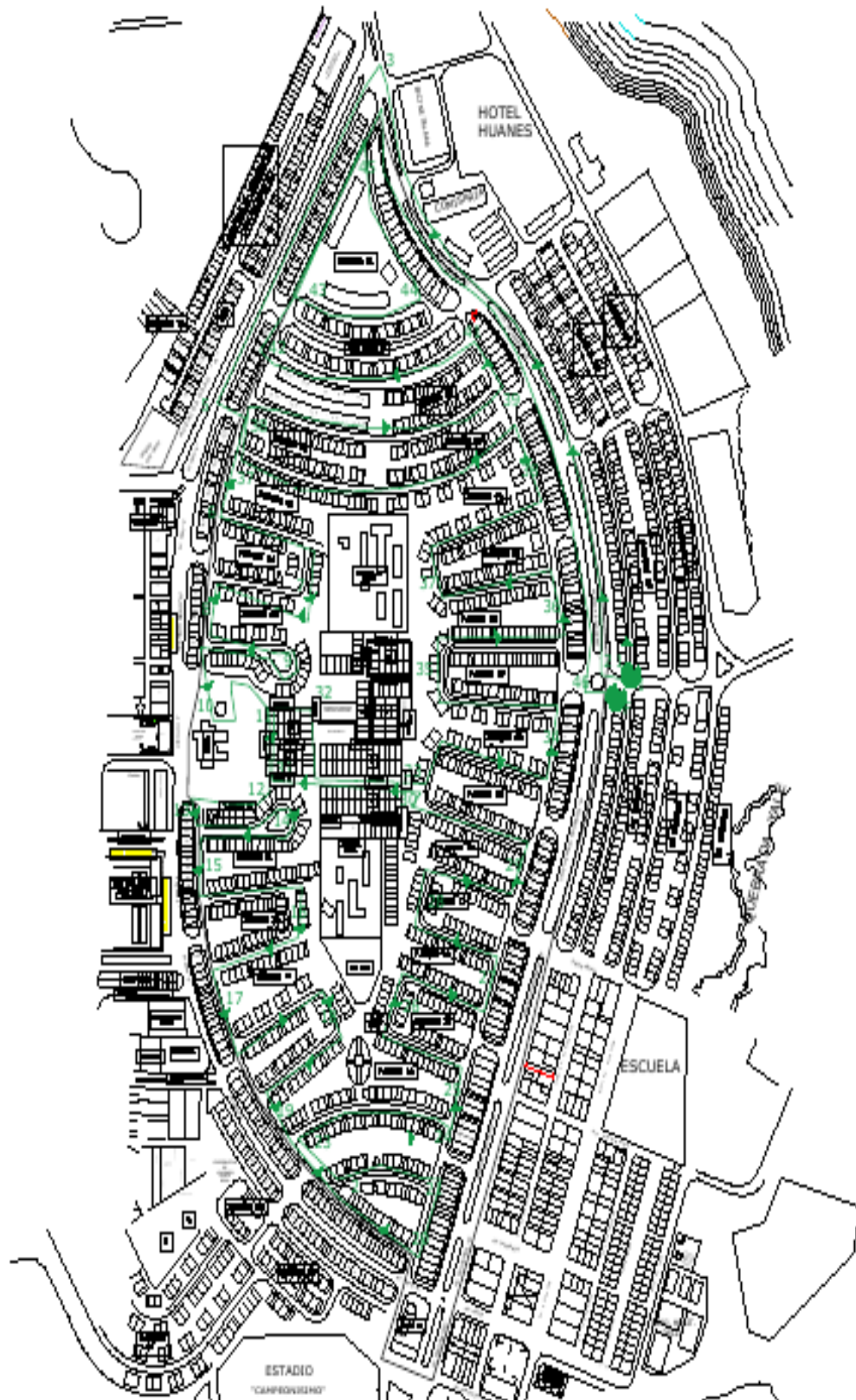


Figura 22: Micro ruta C

Esta figura N. ° 22 es la 3ª ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombro Micro ruta C - Información recaudada de la Municipalidad.



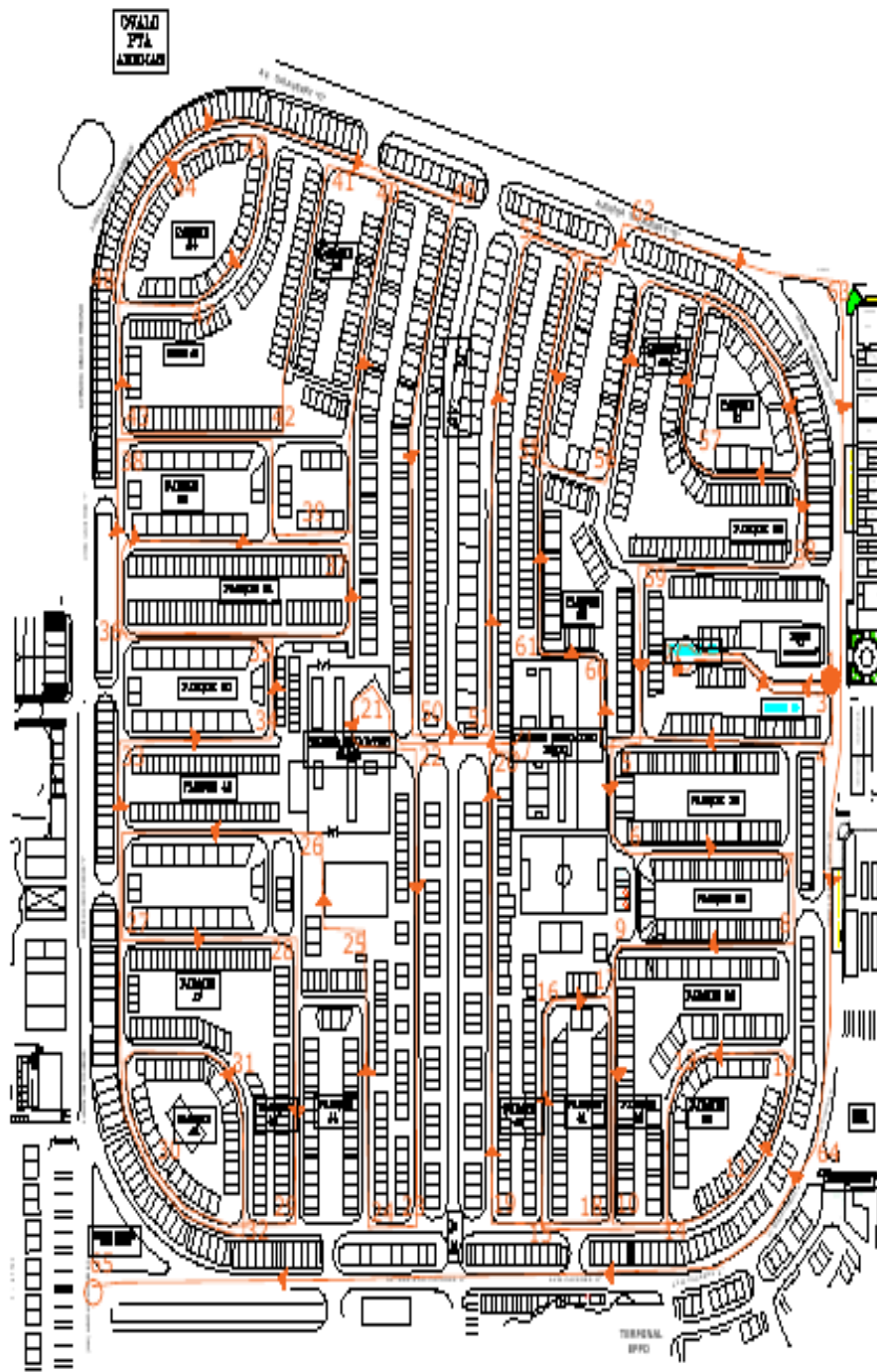


Figura 23: Micro Ruta D

Esta figura N. ° 23 es la 4º ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombro Micro ruta D - Información recaudada de la Municipalidad.



Figura 24: Micro Ruta E

Esta figura N. ° 24 es la 5 ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombro Micro ruta E - Información recaudada de la Municipalidad.



Figura 25: Micro ruta F

Esta figura N. ° 25 es la 6ª ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombro Micro ruta F - Información recaudada de la Municipalidad.

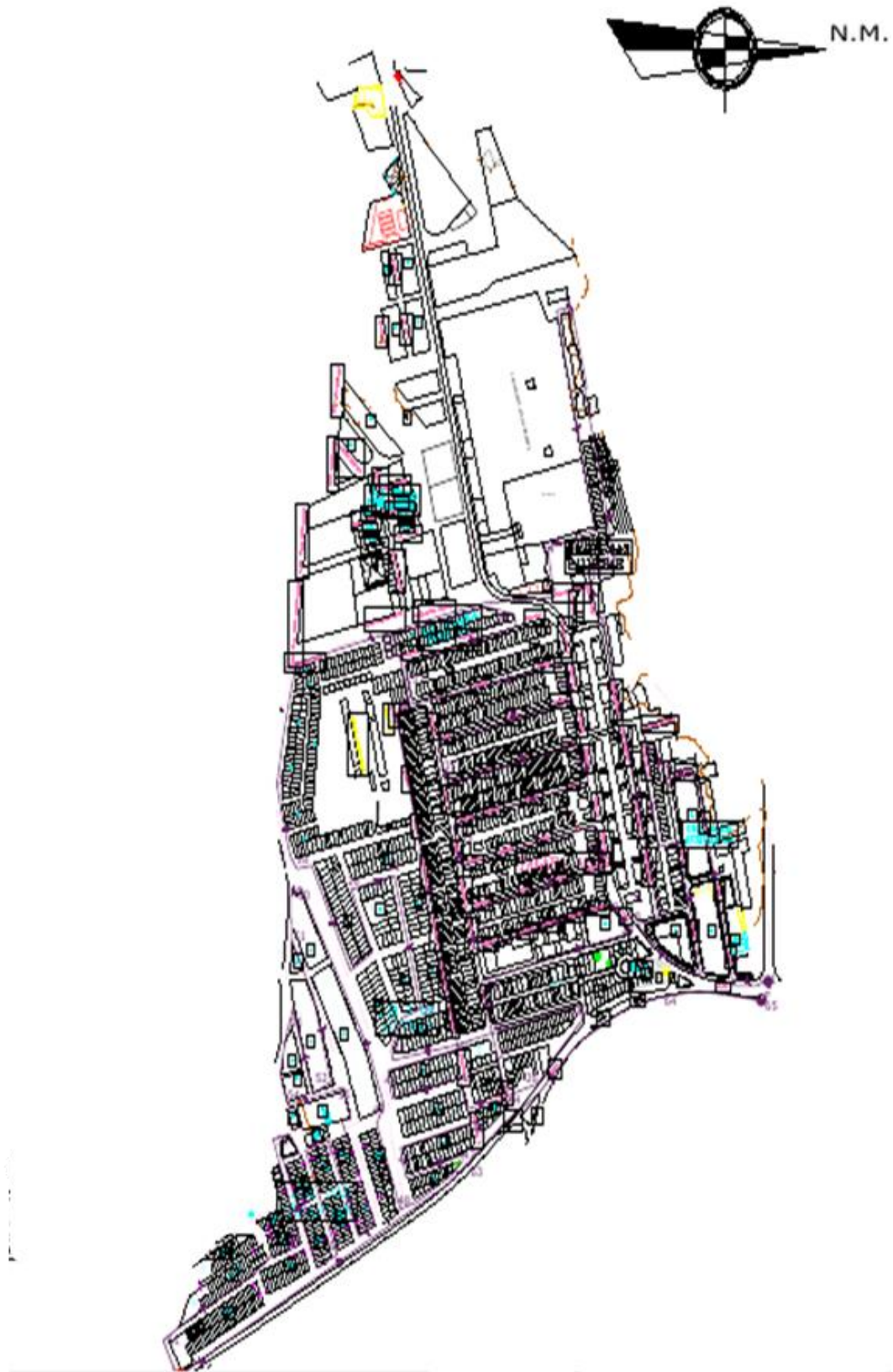


Figura 26:Micro ruta G

Esta figura N. ° 26 es la 7º ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombro Micro ruta G - Información recaudada de la Municipalidad.

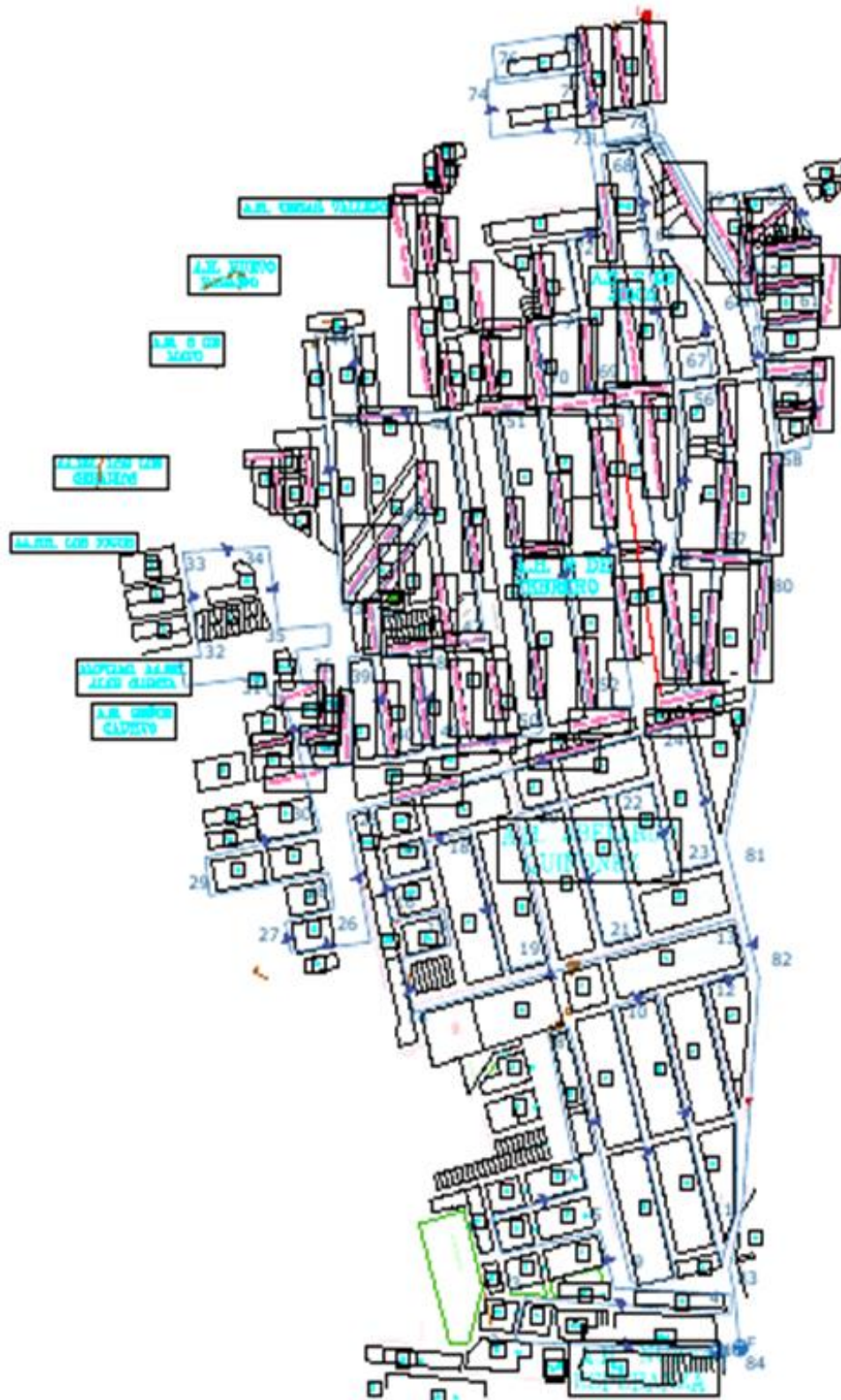


Figura 27:Micro Ruta H

Esta figura N. ° 27 es la 8ª ruta del servicio de recolección de residuos; y se cambió el nombre por temas éticos, se le nombra Micro ruta H - Información recaudada de la Municipalidad.



*Figura 28:Micro Ruta I*

*Esta figura N. ° 28 es la primer ruta del servicio de recoleccion de residuos; y se cambio el nombro por temas eticos, se le nombro Micro ruta I - Informacion recaudada de la Municipalidad.*

Tabla 25:

Arcos de las Micro rutas

ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M	ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M
1	001	002	198	48	048	049	187
2	002	003	147	49	049	050	190
3	003	004	125	50	050	051	273
4	004	005	146	51	051	052	183
5	005	006	121	52	052	053	166
6	006	007	147	53	053	054	166
7	007	008	244	54	054	055	113
8	008	009	144	55	055	056	169
9	009	010	244	56	056	057	113
10	010	011	159	57	057	058	178
11	011	012	246	58	058	059	122
12	012	013	144	59	059	060	140
13	013	014	276	60	060	061	111
14	014	015	144	61	061	062	165
15	015	016	252	62	062	063	385
16	016	017	102	63	063	064	287
17	017	018	252	64	064	065	179
18	018	019	102	65	065	066	152
19	019	020	252	66	066	067	174
20	020	021	369	67	067	068	154
21	021	022	164	68	068	069	178
22	022	023	173	69	069	070	152
23	023	024	208	70	070	071	191
24	024	025	153	71	071	072	180
25	025	026	211	72	072	073	141
26	026	027	154	73	073	074	168
27	027	028	208	74	074	075	186
28	028	029	152	75	075	076	148
29	029	030	208	76	076	077	153
30	030	031	130	77	077	078	170
31	031	032	157	78	078	079	297
32	032	033	230	79	079	080	209
33	033	034	230	80	080	081	299
34	034	035	124				
35	035	036	233				
36	036	037	210				
37	037	038	149				
38	038	039	113				
39	039	040	130				
40	040	041	198				
41	041	042	145				

42	042	043	92
43	043	044	55
44	044	045	90
45	045	046	51
46	046	047	90
47	047	048	51

ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M	ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M
1	1	2	100.79	36	36	37	47.33
2	2	3	171.42	37	37	38	118
3	3	4	211	38	38	39	39.41
4	4	5	33.9	39	39	40	121.41
5	5	6	263.34	40	40	41	61.36
6	6	7	28.05	41	41	42	219.85
7	7	8	337.31	42	42	43	34.24
8	8	9	27.67	43	43	44	179.35
9	9	10	317.08	44	44	45	36.7
10	10	11	55.41	45	45	46	141.19
11	11	12	372.98	46	46	47	70.36
12	12	13	70.52	47	47	48	125.6
13	13	14	117.53	48	48	49	138.76
14	14	15	51.79	49	49	50	125.43
15	15	16	115.54	50	50	51	111.35
16	16	17	96.98	51	51	52	58.09
17	17	18	88.47	52	52	53	106.81
18	18	19	64.87	53	53	54	57
19	19	20	41.36	54	54	55	108.36
20	20	21	119.56	55	55	56	55.84
21	21	22	80.15	56	56	57	108.87
22	22	23	115.07	57	57	58	58.88
23	23	24	105.25	58	58	59	146.91
24	24	25	86.96	59	59	60	55.32
25	25	26	57.08	60	60	61	138.46
26	26	27	49.78	61	61	62	65.32
27	27	28	49.9	62	62	63	138.88
28	28	29	29.24	63	63	64	48.83
29	29	30	78.79	64	64	65	139.83
30	30	31	27.51	65	65	66	67.32
31	31	32	79.53	66	66	67	140.67
32	32	33	35.94	67	67	68	47.62
33	33	34	123.03	68	68	69	141.96
34	34	35	26	69	69	70	198.39
35	35	36	124.68				



<b>ARCO</b>	<b>INICI</b>	<b>FI</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>ARCO</b>	<b>INICI</b>	<b>FI</b>	<b>DISTANCIA</b>
<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>M</b>
1	1	2	400	41	26	28	290
2	1	3	700	42	27	28	210
3	2	3	350	43	28	29	210
4	3	4	350	44	29	30	144
5	4	5	280	45	30	31	166
6	5	6	49	46	31	32	151
7	5	7	220	47	30	32	310
8	6	7	93	48	32	33	182
9	6	8	400	49	33	34	210
10	7	8	320	50	34	35	220
11	8	9	103	51	32	36	400
12	8	10	350	52	36	37	220
13	9	10	260	53	36	39	450
14	10	11	153	54	37	38	210
15	10	12	210	55	37	39	340
16	11	12	153	56	38	39	240
17	12	13	198	57	39	40	137
18	13	14	330	58	40	41	220
19	14	15	163	59	41	42	240
20	14	16	310	60	41	43	450
21	15	16	240	61	42	43	340
22	16	17	410	62	42	44	650
23	16	18	310	63	43	44	400
24	17	18	240	64	44	45	133
25	18	19	180	65	43	46	400
26	17	19	320	66	46	47	310
27	19	20	270	67	45	47	337.5
28	19	21	350	68	46	48	160.22
29	20	21	181	69	45	46	244.56
30	21	22	290	70	46	47	157.14
31	21	23	250	71	47	49	242.95
32	22	23	145	72	47	48	158.67
33	22	24	210	73	48	50	314.58
34	23	24	165	74	48	49	158.32
35	23	25	210	75	49	51	240.32
36	24	25	145	76	49	50	213.2
37	24	26	310	77	50	52	245.26
38	25	26	270	78	50	51	125
39	25	27	340	79	51	52	230.82
40	26	27	176	80	51	53	269.95

<b>ARCOS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DISTANCIA M</b>
81	52	53	124.41
82	52	54	242.11
83	53	54	161.38
84	54	56	243.47
85	54	55	129.74
86	55	56	132.66
87	56	57	189.84
88	58	59	145.98
89	59	61	195.75
90	59	60	132.71
91	60	62	177.48
92	60	61	152.92
93	61	62	142.71
94	62	63	162.44
95	62	64	242.76
96	63	64	179.98
97	64	65	198.13
98	64	66	328.35
99	65	66	218.87
100	66	67	170.32
101	67	68	359.3
102	69	70	220
103	70	71	162.43
104	71	72	156.04
105	72	73	128.27
106	73	74	162.89
107	74	76	275.36
108	75	76	212.55

<b>ARCOS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DISTANCIA M</b>	<b>ARCOS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DISTANCIA M</b>
<b>1</b>	1	2	1.28	41	41	42	79.5
<b>2</b>	2	3	218	42	42	43	125.1
<b>3</b>	3	4	232.76	43	43	44	54.28
<b>4</b>	4	5	97.78	44	44	45	102.34
<b>5</b>	5	6	120.72	45	45	46	52.11
<b>6</b>	6	7	134.64	46	46	47	114.26
<b>7</b>	7	8	391.48	47	47	48	55.17
<b>8</b>	8	9	229.39	48	48	49	118.27
<b>9</b>	9	10	103.49	49	49	50	29.74
<b>10</b>	10	11	243.67	50	50	51	145.13
<b>11</b>	11	12	177.32	51	51	52	167.79
<b>12</b>	12	13	263.3	52	52	53	71.95
<b>13</b>	13	14	106	53	53	54	69.15
<b>14</b>	14	15	215.49	54	54	55	80.45

15	15	16	90.95	55	55	56	52.6
16	16	17	119.48	56	56	57	90.61
17	17	18	248.1	57	57	58	74.2
18	18	19	34.57	58	58	59	90.99
19	19	20	155.29	59	59	60	64.83
20	20	21	72.58	60	60	61	73.73
21	21	22	517	61	61	62	116.49
22	22	23	85	62	62	63	291.41
23	23	24	177.22	63	63	64	27.67
24	24	25	32.8	64	64	65	344.02
25	25	26	32.8	65	65	66	31.52
26	26	27	55.33	66	66	67	53.57
27	27	28	200.08	67	67	68	199.39
28	28	29	48.99	68	68	69	20.95
29	29	30	136.53	69	69	70	57.09
30	30	31	45.2	70	70	71	32.17
31	31	32	204.92	71	71	72	45.79
32	32	33	842.27	72	72	73	40.7
33	33	34	580	73	73	74	168.37
34	34	35	132.25	74	74	75	85.65
35	35	36	75	75	75	76	48.4
36	36	37	44	76	76	77	52.91
37	37	38	25.09	77	77	78	69.57
38	38	39	38.59	78	78	79	197.49
39	39	40	86.12	79	79	80	109.46
40	40	41	138.4	80	80	81	199.23

ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA		ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA	
			M					M	
1	1	2	383		51	32	36	400	
2	2	3	448		52	36	37	220	
3	3	4	124		53	36	39	450	
4	4	5	294		54	37	38	210	
5	5	6	306		55	37	39	340	
6	6	7	153		56	38	39	240	
7	7	8	308		57	39	40	137	
8	8	9	300		58	40	41	220	
9	9	10	124		59	41	42	240	
10	10	11	423		60	41	43	450	
11	11	12	375		61	42	43	340	
12	12	13	125		62	42	44	650	
13	13	14	362		63	43	44	400	
14	14	15	410		64	44	45	133	
15	15	16	122		65	43	46	400	
16	16	17	401		66	46	47	310	
17	17	18	342		67	45	47	337.5	
18	18	19	148		68	46	48	160.22	
19	19	20	328		69	45	46	244.56	

20	20	21	234	70	46	47	157.14
21	21	22	293	71	47	49	242.95
22	22	23	347	72	47	48	158.67
23	23	24	189	73	48	50	314.58
24	24	25	100	74	48	49	158.32
25	25	26	295	75	49	51	240.32
26	26	27	606	76	49	50	213.2
27	27	28	480	77	50	52	245.26
28	28	29	159	78	50	51	125
29	20	21	181	79	51	52	230.82
30	21	22	290	80	51	53	269.95
31	21	23	250				
32	22	23	145				
33	22	24	210				
34	23	24	165				
35	23	25	210				
36	24	25	145				
37	24	26	310				
38	25	26	270				
39	25	27	340				
40	26	27	176				
41	26	28	290				
42	27	28	210				
43	28	29	210				
44	29	30	144				
45	30	31	166				
46	31	32	151				
47	30	32	310				
48	32	33	182				
49	33	34	210				
50	34	35	220				

ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M	ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M
1	1	2	473	26	26	27	181.3
2	2	3	138	27	27	28	131.5
3	3	4	395	28	28	29	161.3
4	4	5	158	29	29	30	147.4
5	5	6	110	30	30	31	180.2
6	6	7	451	31	31	32	137.1
7	7	8	342	32	32	33	186.0
8	8	9	245	33	33	34	162.8
9	9	10	200	34	34	35	229.6
10	10	11	126	35	35	36	311.1
11	11	12	201	36	36	37	159.3

12	12	13	202	37	37	38	143.3
13	13	14	170	38	38	39	313.6
14	14	15	177	39	39	40	66.1
15	15	16	167	40	40	41	247.5
16	16	17	143	41	41	42	259.3
17	17	18	131	42	42	43	120.0
18	18	19	161	43	43	44	162.4
19	19	20	126	44	44	45	156.0
20	20	21	183	45	45	46	128.3
21	21	22	165	46	46	47	162.9
22	22	23	114	47	47	48	175.4
23	23	24	392	48	48	49	112.6
24	24	25	145				
25	25	26	109				

ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M	ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA M
1	1	2	301	41	41	42	220
2	2	3	271	42	42	43	134
3	3	4	311	43	43	44	179
4	4	5	234	44	44	45	137
5	5	6	363	45	45	46	141
6	6	7	228	46	46	47	170
7	7	8	337	47	47	48	126
8	8	9	328	48	48	49	139
9	9	10	417	49	49	50	125
10	10	11	255	50	50	51	111
11	11	12	473	51	51	52	158
12	12	13	371	52	52	53	107
13	13	14	218	53	53	54	57
14	14	15	252	54	54	55	108
15	15	16	116	55	55	56	256
16	16	17	197	56	56	57	109
17	17	18	188	57	57	58	159
18	18	19	165	58	58	59	147
19	19	20	141	59	59	60	255
20	20	21	120	60	60	61	138
21	21	22	180	61	61	62	165
22	22	23	115	62	62	63	139
23	23	24	105	63	63	64	249
24	24	25	187	64	64	65	140
25	25	26	157	65	65	66	167
26	26	27	150	66	66	67	141
27	27	28	150	67	67	68	248
28	28	29	129	68	68	69	142
29	29	30	179	69	69	70	398

30	30	31	128
31	31	32	180
32	32	33	136
33	33	34	123
34	34	35	126
35	35	36	125
36	36	37	147
37	37	38	118
38	38	39	139
39	39	40	121
40	40	41	161

<b>ARCOS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DISTANCIA M</b>	<b>ARCOS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DISTANCIA M</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>473</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>259</b>
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>138</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>120</b>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>395</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>162</b>
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>158</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>156</b>
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>110</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>128</b>
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>451</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>163</b>
<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>342</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>175</b>
<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>245</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>113</b>
<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>200</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>143</b>
<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>126</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>131</b>
<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>201</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>161</b>
<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>202</b>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>126</b>
<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>170</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>183</b>
<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>177</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>165</b>
<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>167</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>114</b>
<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>143</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>392</b>
<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>131</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>145</b>
<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>161</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>109</b>
<b>19</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>126</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>181</b>
<b>20</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>183</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>132</b>
<b>21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>165</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>161</b>
<b>22</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>114</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>147</b>
<b>23</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>392</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>180</b>
<b>24</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>145</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>137</b>
<b>25</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>109</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>186</b>
<b>26</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>181</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>163</b>
<b>27</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>132</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>230</b>

<b>28</b>	28	29	161	<b>68</b>	68	69	311
<b>29</b>	29	30	147	<b>69</b>	69	70	159
<b>30</b>	30	31	180	<b>70</b>	70	71	143
<b>31</b>	31	32	137	<b>71</b>	71	72	314
<b>32</b>	32	33	186	<b>72</b>	72	73	166
<b>33</b>	33	34	163	<b>73</b>	73	74	248
<b>34</b>	34	35	230	<b>74</b>	74	75	259
<b>35</b>	35	36	311	<b>75</b>	75	76	120
<b>36</b>	36	37	159	<b>76</b>	76	77	162
<b>37</b>	37	38	143	<b>77</b>	77	78	156
<b>38</b>	38	39	314	<b>78</b>	78	79	128
<b>39</b>	39	40	166	<b>79</b>	79	80	163
<b>40</b>	40	41	248	<b>80</b>	80	81	113
				<b>81</b>	81	82	548

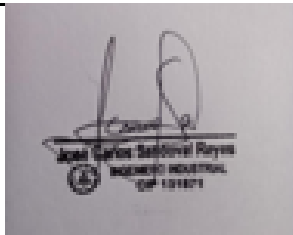
ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA		ARCOS	INICIO	FIN	DISTANCIA	
				M					M
	1	2		250	41	41	42		170
	2	3		576	42	42	43		177
	3	4		448	43	43	44		167
	4	5		370	44	44	45		143
	5	6		191	45	45	46		131
	6	7		287	46	46	47		161
	7	8		358	47	47	48		126
	8	9		281	48	48	49		183
	9	10		291	49	49	50		165
	10	11		288	50	50	51		114
	11	12		144	51	51	52		392
	12	13		453	52	52	53		245
	13	14		288	53	53	54		209
	14	15		129	54	54	55		281
	15	16		364	55	55	56		232
	16	17		404	56	56	57		261
	17	18		130	57	57	58		147
	18	19		315	58	58	59		180
	19	20		478	59	59	60		137
	20	21		231	60	60	61		186
	21	22		297	61	61	62		163
	22	23		308	62	62	63		230
	23	24		157	63	63	64		311
	24	25		241	64	64	65		259
	25	26		363	65	65	66		343
	26	27		126	66	66	67		314
	27	28		367	67	67	68		166
	28	29		465	68	68	69		548

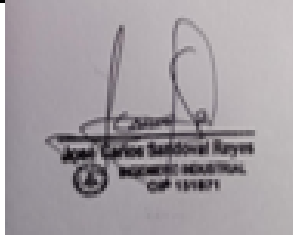
29	29	30	473
30	30	31	138
31	31	32	395
32	32	33	158
33	33	34	110
34	34	35	451
35	35	36	342
36	36	37	245
37	37	38	200
38	38	39	126
39	39	40	201
40	40	41	212



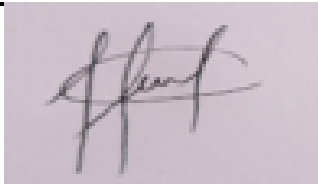
VALIDACION DEL EXPERTO DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE


FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Formato General
Objetivo del instrumento	Formato donde se observará el volumen de residuos sólidos que se recolecta en el servicio convencional, el inicio y fin del kilometraje de cada ruta, y la cantidad de combustible.
Nombres y apellidos del experto	José Carlos Sandoval Reyes
Documento de identidad	09222224
Años de experiencia en el área	6 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV/UNT
Cargo	Docente/Gerencia de Operaciones
Número telefónico	
Firma	
Fecha	02/09/2021


Nombre del instrumento	Formato de Tiempo Semanal
Objetivo del instrumento	Registrar el tiempo de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	José Carlos Sandoval Reyes
Documento de identidad	09222224
Años de experiencia en el área	6 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV/UNT
Cargo	Docente/Gerencia de Operaciones
Número telefónico	
Firma	
Fecha	02 /09 / 2021


### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Formato General
Objetivo del instrumento	Formato donde se observará el volumen de residuos sólidos que se recolecta en el servicio convencional, el inicio y fin del kilometraje de cada ruta, y la cantidad de combustible.
Nombres y apellidos del experto	Mg Hugo Daniel García Juárez.
Documento de identidad	41947380
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV
Cargo	Docente/ Gerencia de Operaciones
Número telefónico	942132486
Firma	
Fecha	02/09/2021


Nombre del instrumento	Formato de Tiempo Semanal
Objetivo del instrumento	Registrar el tiempo de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	Mg Hugo Daniel García Juárez.
Documento de identidad	41947380
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV
Cargo	Docente/ Gerencia de Operaciones
Número telefónico	942132486
Firma	
Fecha	02 /09 / 2021


### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Formato General
Objetivo del instrumento	Formato donde se observará el volumen de residuos sólidos que se recolecta en el servicio convencional, el inicio y fin del kilometraje de cada ruta, y la cantidad de combustible.
Nombres y apellidos del experto	José Pablo Rivera Rodríguez
Documento de identidad	25440246
Años de experiencia en el área	30 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UNAC/UCV/PEPSA
Cargo	Docente/ Consultor en Proyectos
Número telefónico	991589128
Firma	
Fecha	02/09/2021

Nombre del instrumento	Formato de Tiempo Semanal
Objetivo del instrumento	Registrar el tiempo de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	José Pablo Rivera Rodríguez
Documento de identidad	25440246
Años de experiencia en el área	30 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UNAC/UCV/PEPSA
Cargo	Docente/ Consultor en Proyectos
Número telefónico	991589128
Firma	
Fecha	02/09/2021

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Formato General
Objetivo del instrumento	Formato donde se observará el volumen de residuos sólidos que se recolecta en el servicio convencional, el inicio y fin del kilometraje de cada ruta, y la cantidad de combustible.
Nombres y apellidos del experto	Edcel Antonio Córdova Acosta
Documento de identidad	41613680
Años de experiencia en el área	10 años
Máximo Grado Académico	Magister en Alta dirección Empresarial
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Rey Juan Carlos - España
Cargo	Docente
Número telefónico	
Firma	 <hr/> Edcel Antonio Córdova Acosta INGENIERO INDUSTRIAL CIP 148114
Fecha	02/09/2021

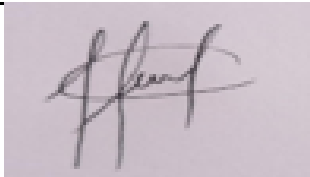
Nombre del instrumento	Formato de Tiempo Semanal
Objetivo del instrumento	Registrar el tiempo de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	Edcel Antonio Córdova Acosta
Documento de identidad	41613680
Años de experiencia en el área	10 años
Máximo Grado Académico	Magister en Alta dirección Empresarial
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Rey Juan Carlos - España
Cargo	Docente
Número telefónico	
Firma	 <hr/> Edcel Antonio Córdova Acosta INGENIERO INDUSTRIAL CIP 148114
Fecha	02 /09 / 2021

**VALIDACION DEL EXPERTO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**


**FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO**

Nombre del instrumento	Formato de Distancia
Objetivo del instrumento	Calcular los Km de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	José Carlos Sandoval Reyes
Documento de identidad	08222224
Años de experiencia en el área	6 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV/UNT
Cargo	Docente/Gerencia de Operaciones
Número telefónico	
Firma	
Fecha	02/09/2021

**FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO**

Nombre del instrumento	Formato de Distancia
Objetivo del instrumento	Calcular los Km de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	Mg Hugo Daniel García Juárez
Documento de identidad	41947380
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	UCV
Cargo	Docente/Gerencia de Operaciones
Número telefónico	942132486
Firma	
Fecha	02/09/2021

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Formato de Distancia
Objetivo del instrumento	Calcular los Km de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	José Pablo Rivera Rodríguez
Documento de identidad	25440246
Años de experiencia en el área	30 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	UNAC/UCV/PEPSA
Cargo	Docente/ Consultor en Proyectos
Número telefónico	991589128
Firma	
Fecha	02/09/2021

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Formato de Distancia
Objetivo del instrumento	Calcular los Km de un nodo A al nodo B
Nombres y apellidos del experto	<del>Edcel</del> Edcel Antonio Córdova Acosta
Documento de identidad	41613680
Años de experiencia en el área	10 años
Máximo Grado Académico	Magister en Alta dirección Empresarial
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Rey Juan Carlos - España
Cargo	Docente
Número telefónico	
Firma	  <b>Edcel Antonio Córdova Acosta</b> <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b> <b>CIP 148114</b>
Fecha	02/09/2021

# AUTORIZACION PARA EL USO DE INFORMACION

## AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo CARLOS PEÑA GARAY  
(Nombre del representante legal o persona facultada en nombre de la empresa)  
Identificado con DNI ..... en mi calidad de Jefe de unidad  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en nombre de la empresa)  
del área de Reservos Solidos  
(Área de la empresa)  
de la empresa Municipalidad  
(Nombre de la empresa)  
con R.U.C N° ....., ubicada en la ciudad de TALCA - PAIÑAS

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ña.) Navarro Carrillo Estefani Elizabet  
(Nombre completo del estudiante)  
Identificado(s) con DNI N° 73065035, de la  Carrera profesional ingeniería Industrial  
para que utilice la siguiente información:

(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Trabajo de Investigación,  Tesis, para optar al grado de ( ) Bachiller, o ( ) Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita reservarse el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa: o  
( ) Mencionar el nombre de la empresa.

Peña 17  
Firma y sello del Representante Legal

DNI:

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Elizabet  
Firma del Estudiante  
DNI: 73065035